

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA GABRIELLE RODRIGUES MACIEL

DIATOMÁCEAS EM CORPOS D'ÁGUA DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO  
CEARÁ: MEDIOPHYCEAE, COSCINODISCOPHYCEAE E BACILLARIOPHYCEAE  
(EUNOTIALES E CYMBELLALES)

CURITIBA

2021

MARIA GABRIELLE RODRIGUES MACIEL

DIATOMÁCEAS EM CORPOS D'ÁGUA DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO  
CEARÁ: MEDIOPHYCEAE, COSCINODISCOPHYCEAE E BACILLARIOPHYCEAE  
(EUNOTIALES E CYMBELLALES)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Profa. Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig

Coorientador: Prof. Dr. Kaoli Pereira Cavalcante

CURITIBA

2021



Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas  
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Maciel, Maria Gabrielle Rodrigues

Diatomáceas em corpos d' água da região noroeste do estado do Ceará : Mediophyceae, Coscinodiscophyceae e Bacillariophyceae (Eunotiales e Cymbellales). / Maria Gabrielle Rodrigues Maciel. – Curitiba, 2021.  
188 p.: il.

Orientadora: Thelma Alvim Veiga Ludwig.

Coorientador: Kaoli Pereira Cavalcante

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

1. Diatomáceas. 2. Caatinga. 3. Taxonomia. 4. Ceará. I. Título. II. Ludwig, Thelma Alvim Veiga, 1957-. III. Cavalcante, Kaoli Pereira. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

CDD (22. ed.) 579.85



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BOTÂNICA -  
40001016004P9

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em BOTÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARIA GABRIELLE RODRIGUES MACIEL** intitulada: **Diatomáceas em corpos d'água da região noroeste do estado do Ceará: Mediophyceae, Coscinodiscophyceae e Bacillariophyceae (Eunotiales e Cymbellales)**, sob orientação da Profa. Dra. THELMA ALVIM VEIGA LUDWIG, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 29 de Janeiro de 2021.

Assinatura Eletrônica

02/02/2021 09:10:17.0

THELMA ALVIM VEIGA LUDWIG

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

14/02/2021 09:46:58.0

LEZILDA CARVALHO TORGAN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/02/2021 21:45:23.0

LUIS GUSTAVO DE CASTRO CANANI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ)

Dedico aos meus pais, às minhas irmãs e à minha avó.



## **AGRADECIMENTOS**

A saudade é algo que aprendi a conviver para a realização dessa conquista. O novo sempre será um desafio, mas a fé é o que nos guia e fortalece a cada passo, por isso sou grata a Deus pela vida, por todos os caminhos que trilhei, pelos desafios que superei, pelas pessoas que colocou em minha vida, que sempre acreditaram no meu potencial e me motivaram a persistir nesse caminho, o resultado disso é quem hoje me tornei.

Agradeço aos meus pais (Maria das Graças e José Edson) por estarem sempre tão presentes na minha vida, pelos ensinamentos, pelos valores, pela compreensão, por todo amor e por acreditarem e sonharem junto comigo com essa realização.

À minha irmã Danielle Maciel por ser a primeira a trilhar esse caminho e mostrar que é possível, se acreditar e ter disciplina e dedicação, por ser a irmãzona que defende e está presente sempre que as mais novas precisam. Às minhas gêmeas (Gracielle Maciel e Dávila Maciel), peças fundamentais para superar os momentos difíceis, a companhia mesmo que de longe foi muito importante, obrigado por me mostrarem que nunca estarei sozinha. As minhas tias e minha Avó pelas orações e pela alegria dos reencontros e abraços aconchegantes para recarregar as energias depois de longas saudades.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Thelma Ludwig por mostrar quão imenso e maravilhoso e as vezes complicado o mundo das diatomáceas pode ser. Ao prof Dr Kaoli Cavalcante meu coorientador, que foi quem me apresentou a taxonomia, e me fez entender o quão importante ela é para a ciência. Obrigado por me encorajar a sair do Nordeste e encarar o frio de Curitiba, saindo da zona de conforto, isso contribuiu muito para meu crescimento profissional e pessoal. Sou grata a vocês por cada discussão, sugestão, conversas, pela dedicação e atenção em sempre mostrar onde eu podia melhorar, e pela confiança no meu trabalho.

Ao Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade Estadual Vale do Acaraú, pela disponibilização da infraestrutura para os primeiros procedimentos pós coleta. Ao TeamFico (Lucas Andrade, Fátima Beatriz, Wellington Lavor) coordenado por Kaoli Cavalcante, cuja ajuda foi essencial na logística das coletas. Aos envolvidos com as demais coletas, principalmente aos que me acolheram em suas

residências (Ícaro Fontenelle, Miguel Fernandes, Júlio Cesar) para as coletas mais complicadas, obrigada pelo esforço e dedicação.

Agradeço também ao laboratório de ficologia, UFPR (LABFIC) pelo suporte com equipamentos e literatura, o qual foi minha segunda casa por esses dois anos.

Aos meus companheiros de jornada no laboratório (Guilherme Almeida, Lorrane Rocha, Eduardo Tusset e Paula Carolina), obrigado pela convivência, descontração e experiências compartilhadas.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica, UFPR, pela disponibilidade dos equipamentos e técnicos.

As pessoas que tive o prazer de conviver e cativar nesses dois anos de caminhada, Raquel Marra, Quezia Navarro e Luciele Leonhardt. Vou levá-los sempre comigo. Ao Eduardo Tusset, pela disponibilidade e auxílio nas dúvidas e por me acompanhar no Centro de Microscopia Eletrônica e operar o microscópio eletrônico para análise de amostras.

Aos meus amigos Raquel Santos e Guilherme Almeida, pelas alegrias, desabafos, risadas, companheirismo e momentos de diversão no gramado pós almoço do RU, Forró e nos rolês aleatórios por Curitiba, vocês foram muito importantes nessa minha caminhada.

Á Rosa, uma segunda mãe em Curitiba, por ter me acolhido quando tudo me parecia tão novo e incerto, sempre levarei comigo com muito carinho.

Ao professor Elnatan Bezerra e a Krysna Stephanny, meus primeiros orientadores com as microalgas na graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGBOT) pelo compromisso com a formação dos Pós Graduandos, e a todos os professores que fazem parte do programa e os convidados especiais, que ministraram de maneira singular as disciplinas, cada um com sua visão de trabalho. Obrigada pelos debates, pelas discussões teóricas e por fazerem parte desse crescimento profissional. Á CAPES pela concessão da bolsa, que serviu de incentivo, possibilitando a minha permanência na pós-graduação. Enfim agradeço a todos que direta ou indiretamente foram e são responsáveis pelo meu crescimento pessoal e profissional.

*"We are legends every day (...) everything you want's a dream away, under this pressure, under this weight, we are diamonds taking shape".*

*(COLDPLAY, 2015 - Adventure of a lifetime)*



## RESUMO

A Caatinga é a maior região de floresta tropical seca da América do Sul e abriga uma diversidade biológica impressionante. Porém, ainda há grandes lacunas em relação aos estudos de diversos grupos de organismos, principalmente os aquáticos, se comparados a outras regiões brasileiras. A flora de diatomáceas é praticamente desconhecida no estado do Ceará que se destaca pela grande concentração de águas superficiais no semiárido. Realizou-se um estudo taxonômico pioneiro sobre as diatomáceas das classes Coscinodiscophyceae, Mediophyceae e Bacillariophyceae (Cymbellales e Eunotiales), documentando-se a variação morfológica das espécies encontradas, ampliando-se a distribuição geográfica e revisando aspectos taxonômicos e nomenclaturais, quando relevantes. Amostras planctônicas e perifíticas foram coletadas em quatro bacias hidrográficas localizadas na região noroeste do Ceará, nordeste do Brasil. Um total de 81 táxons infra-genéricos foram identificados, descritos e ilustrados usando microscopia óptica e eletrônica de varredura. Setenta e quatro dos táxons (92%) registrados são citações pioneiras para o Ceará e 51 táxons são registros pioneiros para a região Nordeste. Doze táxons específicos e um infraespecífico foram reportados pela primeira vez para o Brasil, *Discostella woltereckii*, *Eunotia corsica*, *E. julma*, *E. macedonica*, *E. novaisiae*, *Encyonema javanicum*, *E. jemtlandicum*, *E. neogracile* var. *tenuipunctatum*, *Placoneis symmetrica*, *P. rhombelliptica*, *Gomphonema acidoclinatum*, *G. camburnii*, *G. hebridense*. As espécies com maior frequência de ocorrência entre os pontos de amostragem foram *Cyclotella meneghiniana* (61%, constante), *C. cryptica* (36%, comum), *Eunotia* aff. *yberai* (29%, esporádica), *Encyonema silesiacum* (29%) e *Encyonema* sp. 1 (29%). O uso da microscopia eletrônica de varredura foi fundamental para a determinação taxonômica de espécies como *Cyclotella cryptica*, *C. marina*, *Eunotia yanomami* e *Gomphonema brasiliense*. Destaca-se *Terpsinoë musica*, cuja análise populacional mostrou ampla plasticidade fenotípica para a espécie. O presente estudo evidenciou a subestimada diversidade de diatomáceas na região semiárida cearense e a necessidade de ampliação de amostragem em regiões pouco exploradas para o conhecimento mais preciso da diatomoflora e de sua distribuição em ambientes aquáticos no país e no semiárido.

Palavras-chave: Caatinga. Nordeste. Semiárido. Taxonomia.

## ABSTRACT

The Caatinga is the largest dry tropical forest region in South America and is home to an impressive biological diversity. However, there are still great gaps in relation to the studies of several groups of organisms, especially aquatic ones, when compared to other Brazilian regions. The diatom flora is practically unknown in the state of Ceará, which stands out for its high concentration of surface waters in the semiarid region. A pioneering taxonomic study was carried out on the diatoms of the classes Coscinodiscophyceae, Mediophyceae and Bacillariophyceae (Cymbellales and Eunotiales), documenting the morphological variation of the species found, expanding the geographic distribution and reviewing taxonomic and nomenclatural aspects, when relevant. Planktonic and periphytic samples were collected in four hydrographic basins located in northwestern Ceará, northeastern Brazil. A total of 81 infra-generic taxa were identified, described and illustrated using optical and scanning electron microscopy. Seventy-four of the taxa (92%) registered are pioneer citations for Ceará and 51 taxa are pioneer registrations for the Northeast region. Twelve specific taxa and one infraspecific were first reported to Brazil, *Discostella woltereckii*, *Eunotia corsica*, *E. julma*, *E. macedonica*, *E. novaisiae*, *Encyonema javanicum*, *E. jemtlandicum*, *E. neogracile* var. *tenuipunctatum*, *Placoneis symmetrica*, *P. rhombelliptica*, *Gomphonema acidoclinatum*, *G. camburnii*, *G. hebridense*. The species with the highest frequency of occurrence among the sampling points were *Cyclotella meneghiniana* (61%, constant), *C. cryptica* (36%, common), *Eunotia* aff. *yberai* (29%, sporadic), *Encyonema silesiacum* (29%) and *Encyonema* sp. 1 (29%). The use of scanning electron microscopy was fundamental for the taxonomic determination of species such as *Cyclotella cryptica*, *C. marina*, *Eunotia yanomami* and *Gomphonema brasiliense*. *Terpsinoë musica* stands out, whose population analysis showed ample phenotypic plasticity for the species. The present study showed the underestimated diversity of diatoms in the semi-arid region of Ceará and the need to expand sampling in regions little explored for more accurate knowledge of diatomoflora and its distribution in aquatic environments in the country and in the semiarid.

Keywords: Caatinga. Northeast. Semiarid. Taxonomy.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudo: Bacias hidrográficas do Noroeste do Estado do Ceará com os pontos de coleta para o presente estudo.....	22
<b>Figura 2.</b> Localização de alguns dos pontos de coleta, exemplificando os tipos de ambiente .....	26
<b>Figura 3.</b> <i>Aulacoseira</i> spp. (a-b) <i>Aulacoseira ambigua</i> , vista valvar e vista lateral, respectivamente. (c-f) <i>Aulacoseira granulata</i> . (g-l) <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> . (m-r) <i>Aulacoseira italica</i> .....	33
<b>Figura 4.</b> <i>Cyclotella atomus</i> .....	34
<b>Figura 5.</b> <i>Cyclotella cryptica</i> .....	36
<b>Figura 6.</b> <i>Cyclotella</i> spp. (a-h) <i>Cyclotella marina</i> . (i) <i>Cyclotella meduanae</i> .....	37
<b>Figura 7.</b> <i>Cyclotella meneghiniana</i> .....	39
<b>Figura 8.</b> <i>Discostella</i> spp. (a-i) <i>Discostella stelligera</i> . (j-o) <i>Discostella woltereckii</i> ..	42
<b>Figura 9.</b> <i>Conticribra weissflogii</i> .....	44
<b>Figura 10.</b> <i>Pleurosira laevis</i> .....	45
<b>Figura 11.</b> <i>Orthoseira roeseana</i> .....	47
<b>Figura 12.</b> <i>Terpsinoë musica</i> .....	51
<b>Figura 13.</b> <i>Actinella curvatula</i> .....	53
<b>Figura 14.</b> <i>Eunotia angustior</i> .....	55
<b>Figura 15.</b> <i>Eunotia bilunaris</i> .....	56
<b>Figura 16.</b> <i>Eunotia biseriatoidea</i> .....	58
<b>Figura 17.</b> <i>Eunotia botulitropica</i> .....	59
<b>Figura 18.</b> <i>Eunotia corsica</i> .....	60
<b>Figura 19.</b> <i>Eunotia crassuloides</i> .....	61
<b>Figura 20.</b> <i>Eunotia crista-galli</i> .....	62
<b>Figura 21.</b> <i>Eunotia dacostae</i> .....	64
<b>Figura 22.</b> <i>Eunotia didyma</i> .....	67
<b>Figura 23.</b> <i>Eunotia georgii</i> .....	69
<b>Figura 24.</b> <i>Eunotia gustavoi</i> .....	71
<b>Figura 25.</b> <i>Eunotia intermedia</i> .....	72
<b>Figura 26.</b> <i>Eunotia juettnerae</i> .....	73
<b>Figura 27.</b> <i>Eunotia julma</i> .....	75
<b>Figura 28.</b> <i>Eunotia macedonica</i> .....	76
<b>Figura 29.</b> <i>Eunotia meridiana</i> .....	77



Figura 30. <i>Eunotia novaecaledonica</i> .....	79
Figura 31 <i>Eunotia novaisiae</i> .....	80
Figura 32. <i>Eunotia paludosa</i> .....	81
Figura 33. <i>Eunotia pectinalis</i> .....	83
Figura 34. <i>Eunotia pileus</i> .....	84
Figura 35. <i>Eunotia pirla</i> .....	85
Figura 36. <i>Eunotia pseudosudetica</i> .....	86
Figura 37. <i>Eunotia pseudosudetica</i> var. <i>rotundata</i> .....	87
Figura 38. <i>Eunotia soleirolii</i> .....	88
Figura 39. <i>Eunotia subarcuatoides</i> .....	89
Figura 40. <i>Eunotia veneris</i> .....	90
Figura 41. <i>Eunotia yanomami</i> .....	93
Figura 42. <i>Eunotia</i> aff. <i>yberai</i> .....	95
Figura 43. <i>Eunotia</i> sp. 1 .....	97
Figura 44. <i>Eunotia</i> sp. 2. ....	98
Figura 45. <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> .....	100
Figura 46. <i>Encyonema brevicapitatum</i> .....	102
Figura 47. <i>Encyonema javanicum</i> .....	103
Figura 48. <i>Encyonema jemtlandicum</i> .....	104
Figura 49. <i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctatum</i> .....	105
Figura 50. <i>Encyonema neomesianum</i> .....	106
Figura 51. <i>Encyonema silesiacum</i> .....	108
Figura 52. <i>Encyonema</i> sp. 1 .....	109
Figura 53. <i>Placoneis rhombelliptica</i> .....	110
Figura 54. <i>Placoneis symmetrica</i> .....	111
Figura 55. <i>Placoneis</i> sp. 1.....	112
Figura 56. <i>Placoneis</i> sp. 2.....	112
Figura 57. <i>Gomphonema acidoclinatum</i> .....	113
Figura 58. <i>Gomphonema affine</i> .....	114
Figura 59. <i>Gomphonema affinopsis</i> .....	115
Figura 60. <i>Gomphonema brasiliense</i> .....	116
Figura 61. <i>Gomphonema camburnii</i> .....	117
Figura 62. <i>Gomphonema capitatum</i> .....	118
Figura 63. <i>Gomphonema contraturris</i> .....	120

Figura 64. <i>Gomphonema exilissimum</i> .....	121
Figura 65. <i>Gomphonema hebridense</i> .....	123
Figura 66. <i>Gomphonema kobayasii</i> .....	124
Figura 67. <i>Gomphonema lagenula</i> .....	126
Figura 68. <i>Gomphonema laticollum</i> .....	127
Figura 69. <i>Gomphonema naviculoides</i> .....	129
Figura 70. <i>Gomphonema pantropicum</i> .....	131
Figura 71. <i>Gomphonema parvulum</i> .....	132
Figura 72. <i>Gomphonema salae</i> .....	133
Figura 73. <i>Gomphonema</i> sp. 1 .....	135
Figura 74. <i>Gomphonema</i> sp. 2 .....	137
Figura 75. <i>Gomphonema</i> sp. 3 .....	139
Figura 76. <i>Gomphonema</i> sp. 4 .....	140
Figura 77. <i>Gomphonema</i> sp. 5 .....	142

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Dados abióticos, coletores e números de registro nos Herbários da UFPR (UPCB) e da Universidade Estadual Vale do Acaraú (HUVA) da amostragem realizada nas Bacias Hidrográficas na Região Noroeste do Ceará.....24

**Tabela 2.** Listagem de ocorrência dos táxons encontrados em amostras coletadas em 2016 – 2019 em corpos d’água nas Bacias hidrográficas que compõem o Noroeste do Ceará.....183



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	20
2.2 AMOSTRAGEM .....	22
2.3 PROCEDIMENTO LABORATORIAL.....	27
2.3.1 Preparação das lâminas para análise em microscopia óptica.....	27
2.3.2 Preparação das amostras para análise em microscopia eletrônica .....	27
2.4 TRATAMENTO TAXONÔMICO .....	27
2.5 FREQUÊNCIA DOS TÁXONS .....	28
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
3.1 ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO.....	28
3.1.1 Família Aulacoseiraceae Crawford.....	30
3.1.2 Família Stephanodiscaceae Glezer et Makarova .....	33
3.1.3 Família Thalassiosiraceae M. Lebour.....	42
3.1.4 Família Eupodiscaceae Ralfs .....	44
3.1.5 Família Orthoseiraceae Crawford.....	46
3.1.6 Família Terpsinoeaceae Ralfs in Pritchard.....	48
3.1.7 Família Euntotiaceae Kützing .....	52
3.1.8 Família Anomoeoneidaceae Mann.....	98
3.1.9 Família Cymbellaceae Greville .....	101
3.1.10 Família Gomphonemataceae Kützing .....	112
<b>4 FREQUÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS TÁXONS.....</b>	<b>143</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>146</b>
REFERÊNCIAS .....	147
APÊNDICE 2.....	182
ÍNDICE REMISSIVO .....	187

## 1 INTRODUÇÃO

As algas são os principais produtores primários de ambientes aquáticos, sendo importantes para o estabelecimento do equilíbrio ecológico (PATRICK; REIMER, 1966; SMOL; STOERMER, 2010). Além disso, desempenham um papel importante na ciclagem de vários elementos químicos importantes para a biosfera, tais como o carbono, o nitrogênio, o fósforo e a sílica (BERE; TUNDISI, 2010). Dentre as algas encontradas em ambientes continentais, as diatomáceas são bastante representativas, pois ocorrem em grande abundância e riqueza de espécies (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990). As espécies de diatomáceas são encontradas em distintas concentrações de nutrientes, teores de salinidade e variação de pH e temperatura. As muitas combinações desses parâmetros físicos e químicos fornecem a diversidade de nichos necessários para sustentar as milhares de espécies conhecidas (JULIUS; THERIOT, 2010).

As diatomáceas são microrganismos eucariontes, fotossintetizantes, que se caracterizam pela parede celular composta por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), denominada frústula, composta por duas partes (valvas): que se encaixam como placas de Petri: a epiteca (a valva maior) e a hipoteca (a valva menor) (ROUND et al., 1990). Ocorrem nas comunidades planctônicas e perifíticas dos ecossistemas aquáticos, cada uma com diversidade particular de formas, estratégias adaptativas e composição de espécies. Podem viver isoladas ou reunidas em diferentes tipos de colônias (JULIUS; THERIOT, 2010).

A taxonomia das diatomáceas foi tradicionalmente baseada na morfologia da frústula. As classificações que antecederam os estudos filogenéticos moleculares consideraram diversas ornamentações da frústula para classificar os diferentes grupos. O sistema de classificação baseado em morfologia mais completo e difundido é o proposto por Round et al. (1990), que considera as seguintes classes: Coscinodiscophyceae (diatomáceas cêntricas), Fragilariophyceae (penadas arrafídeas) e Bacillariophyceae (penadas rafídeas). Mesmo assim, o sistema desses autores para enquadramento de ordens e famílias ainda é adotado por outros autores que consideraram estudos filogenéticos moleculares em suas propostas, como Medlin e Kaczmarska (2004), Medlin (2016) e Cox (2015). Este último sistema, além das classes taxonômicas consideradas por Medlin e Kaczmarska (2004), Coscinodiscophyceae, Mediophyceae e Bacillariophyceae, com base em estudos

moleculares de Theriot et al. (2011), consideram as diatomáceas arrafídeas como uma classe adicional, as Fragilariophyceae. As últimas análises moleculares realizadas por Medlin e Kaczmarska (2016) continuaram referendando um sistema de classificação com duas subdivisões Coscinodiscophytina (cêntricas) e Bacillariophytina (cêntricas bipolares e penadas), e apenas as três classes, refletindo melhor a história evolutiva do grupo.

Em nível de espécie e gênero, ferramentas moleculares também têm se mostrado eficazes, auxiliando na proposição e delimitação, especialmente quando as características morfológicas são insuficientes para diferenciação (COX, 2015; MEDLIN, 2018). Devido ao crescente uso das diatomáceas como bioindicadores em vários países (KELLY et al., 2007; POTAPOVA; CHARLES, 2007; STEVENSON, 2014; RIMET et al., 2015), inclusive no Brasil (LOBO et al., 2010, 2015), as identificações taxonômicas precisas são decisivas e, quando baseadas na morfologia, podem consumir um tempo considerável. Atenção deve ser tomada em relação à plasticidade morfológica que as diatomáceas exibem durante seu ciclo de vida e diante das diferentes condições ambientais (COX, 2013; 2014).

DNA barcoding (JAHN et al., 2007; RIMET et al., 2019) e DNA metabarcoding (KERMARREC et al., 2013; 2014; KELLY et al., 2018; BAILET et al., 2019; MORA et al., 2019) são métodos em crescente uso nos estudos para avaliação da diversidade e monitoramento que envolvem diatomáceas. Mas, mesmo com os grandes avanços no desenvolvimento de ferramentas moleculares, o papel da morfologia na detecção e identificação de espécies permanece central na era ecogenômica em regiões do globo onde a flora é bem conhecida, baseada em séculos de estudos (MORA et al., 2019). Há a necessidade de se investigar bem as floras das regiões tropicais ainda pouco estudadas e que demonstram elevados graus de endemismo que é feito em trabalhos de morfologia bem aplicada.

Kociolek (2018) apresenta uma revisão que lista um total de 249 gêneros, mostrando sua ocorrência globalmente entre todos os continentes, caracterizando-os em distribuição disjuntas, amplamente distribuídos, cosmopolitas ou endêmicos.

Na plataforma Algaebase (Guiry; Guiry, 2019) são registrados cerca de 16.610 espécies e nomes infraespecíficos, sendo 1.721 para a América do Sul, das quais 997 são citadas no Brasil. Há catálogos brasileiros mais restritos, aos quais

apresentam também um elevado registro de táxons (e. g. Torgan et al., 1999, Tremarin et al., 2009, Silva et al., 2011).

Em nível nacional, Schneck (2013) cita a escassez de estudos diante da grande diversidade de ambientes aquáticos existentes no Brasil e destaca a importância dos estudos florísticos/taxonômicos para ampliar o conhecimento e a distribuição dessa biodiversidade. Segundo Dias (2005), a falta de taxonomistas especialistas constitui um dos principais fatores que impede o conhecimento da biodiversidade.

Menezes et al. (2015) apresenta dados sobre a diversidade de algas em ambientes marinhos e epicontinentais para diferentes partes do Brasil. Dentre todos os grupos de algas analisados, as diatomáceas constituem 12,47% entre os grupos de algas registradas, exibindo a maior representatividade entre os táxons inventariados. Os autores comentam que os esforços para o preenchimento de lacunas existentes são evidentes, destacando-se a descoberta de novos gêneros e espécies com base em material de regiões anteriormente menos conhecidas. Podemos ressaltar por exemplo, o Norte (BURLIGA et al., 2013; PEREIRA et al., 2014, 2015; WETZEL, KOCIOLEK, 2018; ALMEIDA et al., 2018; CANANI et al., 2020), Nordeste (FERRARI et al., 2009, 2014; CAVALCANTE et al., 2014, 2013a, 2013b) e Centro-Oeste (DUNCK et al., 2016). Entretanto, o maior conhecimento da flora ficológica é centrado nas regiões Sul e Sudeste, devido à quantidade de especialistas e a restrita distribuição de taxonomistas pelo território brasileiro, notando-se a carência de amostragem nas demais regiões (MENEZES et al., 2015).

Segundo a plataforma de dados Re flora (2019), são registradas 212 gêneros para o Brasil, sendo um total de 1.733 táxons. Para a região Sudeste são registradas 814 espécies de diatomáceas, para a região Sul 755, para o Norte 232, para o Centro-Oeste 181, e para o Nordeste 39. No entanto a diversidade de diatomáceas continentais, incorporada em catálogos de algumas regiões, apresenta números superiores aos registrados nessa plataforma de dados. Por exemplo: Silva et al. (2011), em seu catálogo de diatomáceas epicontinentais para a região Centro Oeste lista 64 gêneros e 503 táxons infragenéricos, Torgan et al. (1999), para o Rio Grande do Sul, considerando-se diatomáceas continentais e marinhas, catalogaram 1.133 táxons. No estado do Paraná Tremarin et al. (2009a) registraram 1.004 táxons infragenéricos, sendo 775 espécies e 229 variedades ou formas taxonômicas de

diatomáceas continentais. Sendo o número subestimado, salienta-se ainda que novas ocorrências e novas espécies estão sendo descritas constantemente para o Brasil (WETZEL et al., 2010; 2011; 2012; BURLIGA et al., 2013; TREMARIN et al., 2013; FUHRMANN et al. 2014; PEREIRA et al., 2014, 2015; COSTA et al., 2017b; DE ALMEIDA et al., 2018; TUSSET et al., 2018; RUWER et al., 2019; WETZEL et al., 2019; BARTOZEK et al., 2020).

Cerca de 70% do território nordestino é incluído no domínio morfoclimático do semiárido, onde fatores como precipitação pluviométrica, irregularidade sazonal, eutrofização, características geomorfológicas atuam conjuntamente sobre a biodiversidade das comunidades de microalgas. Apesar da importância dos ecossistemas aquáticos para a região semiárida, pouco se sabe sobre a biodiversidade desses corpos d'água (CORDEIRO; BARBOSA, 2018). A Caatinga é proporcionalmente a menos estudada entre as regiões ecológicas brasileiras e passa por extenso processo de alteração e deterioração ambiental, provocado pelo uso insustentável de seus recursos (LEAL et al., 2003; SILVA et al., 2017). Assim, são fundamentais as pesquisas que buscam inventariar e descrever a diversidade das espécies nesta região (CORDEIRO; BARBOSA, 2018). Apesar dos avanços em relação à distribuição de novos táxons de diatomáceas em alguns estados do nordeste (e.g. Bahia, Pernambuco e Maranhão) o Ceará ainda se mantém como um dos estados brasileiros cuja diatomoflora é menos estudada (MENEZES et al., 2015).

Alguns inventários ficológicos de diatomáceas continentais, incluindo estados da região nordeste, já foram publicados. Por exemplo, os estudos efetuados por Zimmermann (1913-1919) destacam-se como uma das primeiras contribuições com espécies de diatomáceas marinhas e de águas doces para o nordeste brasileiro, mas não estão focados em região de caatinga. Além destes, Patrick (1940a) apresenta 50 táxons infragenéricos de representantes das famílias Coscinodiscaceae, Fragilariaceae e Eunotiaceae, provenientes de amostras coletadas em vários ambientes dulcícolas dos estados nordestinos, sendo 40 registrados em ambiente de Caatinga, com sete novas espécies propostas e duas novas variedades (PATRICK, 1940b).

Desde então, alguns importantes trabalhos sobre ocorrência de diatomáceas na Caatinga foram publicados, por exemplo, na Bahia Ferrari et al. (2009, 2014) registraram novas espécies da ordem Eunotiales com amostras da chapada da

diamantina, *Perinotia diamantina* Ferrari et Wetzel (Ferrari et al., 2009) e *Eunotia relict*a Ferrari, Wetzel et Ector respectivamente (Ferrari et al., 2014). Em Pernambuco, Dantas et al. (2008), em um estudo de comunidade fitoplanctônica. No estado do Ceará as diatomáceas são citadas geralmente, apenas em nível de classe e gênero, ou raramente em nível de espécie, concentrando-se apenas na região sul do estado (AQUINO et al., 2011; AMORIM et al., 2015; VIEIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2016).

Estudos com foco na diversidade de diatomáceas em corpos d'água no noroeste cearense inexitem. Em busca de ampliar o conhecimento da biodiversidade de diatomáceas, particularmente na região semiárida do nordeste brasileiro, e contribuir com a ampliação da distribuição geográfica deste grupo, objetivou-se realizar um estudo taxonômico das classes Mediophyceae, Coscinodiscophyceae e Bacillariophyceae (Eunotiales e Cymbellales) em corpos d'água no noroeste cearense, incluídos em quatro bacias hidrográficas do Estado do Ceará.

Como objetivos específicos pretende-se:

(1) revisar aspectos taxonômicos e nomenclaturais dos táxons encontrados, quando pertinente;

(2) documentar variações morfológicas e métricas das populações analisadas;

(3) apresentar a distribuição dos táxons nas bacias hidrográficas que compõem a região noroeste cearense, destacando novas ocorrências para o Estado, para a Caatinga e para o Brasil, incluindo possíveis novas espécies para a ciência.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O Ceará é um estado nordestino com 93% de seu território inserido na região semiárida brasileira. O Estado possui uma área total de aproximadamente 146.000 km<sup>2</sup>, 560 km de costa (GUERREIRO et al., 2013). Possui regiões climáticas distintas, predominando o clima Aw, segundo a classificação climática de Köppen (PEEL et al., 2007). A alta irregularidade temporal e espacial pluviométrica caracteriza-se pelo padrão sazonal de um período seco (julho a dezembro) e um período úmido curto e variável (janeiro a junho) (GUERREIRO et al., 2013).

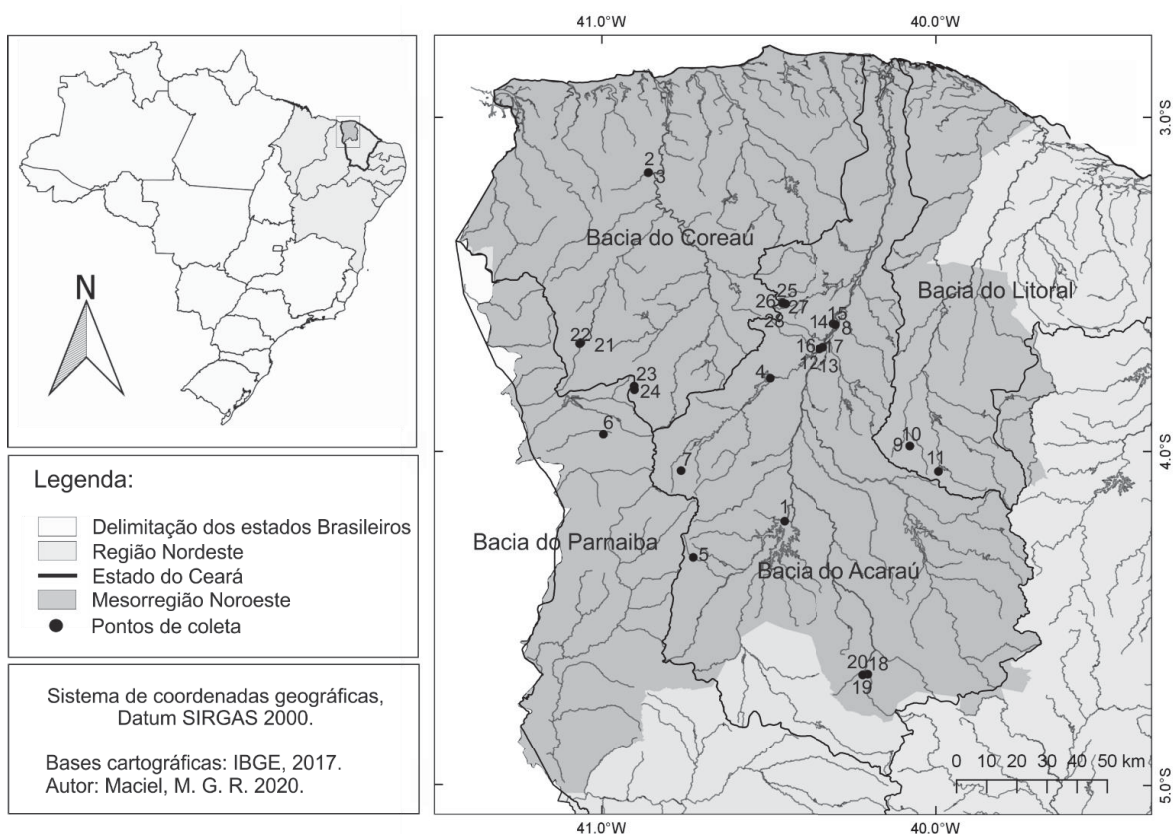


As temperaturas anuais e as taxas de evaporação são elevadas. Consequentemente, a grande maioria dos corpos hídricos são sazonalmente intermitentes. Poucos sistemas hídricos são perenes, e outros foram perenizados pela construção de barragens artificiais (MORO et al., 2015). O Estado é formado, em sua maioria, por sedes cristalinas, caracterizadas por solos rasos, baixa capacidade de infiltração e alto escoamento superficial (Andrade et al., 2010), contribuindo para a intermitência dos rios (MEDEIROS et al., 2011).

A vegetação característica é expressa pelo domínio Caatinga, uma região ecológica do tipo floresta tropical sazonalmente seca, predominante no semiárido nordestino brasileiro (LEAL et al., 2017). Essa vegetação é bastante heterogênea, varia de caatingas abertas, arbustivas, arbóreas e densas (CEARÁ, 2008; PEREIRA JUNIOR, 2007), intercaladas com áreas úmidas e subúmidas em função de altitude e proximidade do oceano (BASTOS et al., 2012).

O estado divide-se em sete Mesorregiões e a área de estudo compreende a porção territorial do Noroeste Cearense (Figura 1.), uma mesorregião composta por 47 municípios, ocupando de 34.560 km<sup>2</sup>, com um total de 1.326.847 habitantes (IPECE, 2008a). Quatro bacias hidrográficas estão incluídas nesta mesorregião: Bacia do Acaraú, Bacia do Coreaú, parte da Bacia do Litoral e da Bacia do Parnaíba (NASCIMENTO, 2011), as quais banham e abastecem os municípios ali inseridos.

**Figura 1.** Área de estudo: Bacias hidrográficas do Noroeste do Estado do Ceará com os pontos de coleta para o presente estudo. (ver Tabela 1 para complemento de informações).



FONTE: O autor (2020).

## 2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas durante o ano de 2018 e 2019, em diferentes ambientes (córregos e rios temporários, rios perenes, açudes, bicas), nas bacias hidrográficas do Noroeste do Ceará, considerando a disponibilidade de material planctônico e perifítico (rochas, sedimento superficiais e diversas macrófitas marginais), além da acessibilidade às margens (Tabela 1, Figura 2). Adicionalmente, foram utilizadas algumas amostras coletadas em 2016, compondo uma distribuição mais abrangente da área de estudo. No total foram 28 amostras de 19 estações (locais amostrados) distribuídas nas bacias que incorporam o noroeste do Estado, abrangendo 12 municípios. Das amostras, 19 foram epifíticas, cinco epilíticas, três fitoplantônicas e uma episâmica.

As amostras planctônicas foram obtidas pela filtragem da água por rede de fitoplâncton com abertura de malha de 20  $\mu\text{m}$ . A amostragem de material perifítico foi realizada manualmente através de substratos naturais submersos (galhos, folhas, seixos, areia). O material foi concentrado a partir de espremidos de partes

submersas de plantas ou raspado com uma gilete envolvida por papel alumínio. A concentração do material episâmico foi feita a partir de agitação vigorosa dos frascos, após ligeira decantação do sedimento grosso, coletou-se o sobrenadante.

Temperatura, pH e condutividade foram medidos em campo (a partir de amostra de água do local, coletadas com um recipiente) para caracterização ambiental, utilizando o medidor de pH (Modelo PG 1400) e Condutividade (Modelo CG 1400) portáteis Gehaka. As amostras foram preservadas com solução aquosa de formol a 4% v/v (Bicudo; Menezes, 2017) e transportadas para o laboratório de ficologia na UFPR para realização dos demais procedimentos.

**Tabela 1.** Dados abióticos, coletores e números de registro nos Herbários da UFPR (UPCB) e da Universidade Estadual Vale do Acaraú (HUVa) da amostragem realizada nas Bacias Hidrográficas na Região Noroeste do Ceará.

UPCB	Herbário UVA	Am.	Local de coleta (est)	Bacia	Cidade	Data	Coordenadas	Habitat	pH	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	Coletores
78392	24516	1	Açude Araras	Acarauá	Varjota	13/dez/18	04°12'31,3"S; 40°27'17,1"W	Epifiton	7,57	33,5	255	Damasceno, F.B.M
78393	24517	2	Açude Gangorra	Coreaú	Granja	23/mar/19	03°09'55,2"S; 40°51'43,8"W	Epifiton	7,5	32,3	139	Maciel, M. G. R.
78394	24518	3	Açude Gangorra – Riacho	Coreaú	Granja	23/mar/19	03°09'52,7"S; 40°51'39"W	Epifiton	7,8	32,8	238	Maciel, M. G. R.
78395	24519	4	Açude Jaibaras	Acarauá	Sobral	13/dez/18	03°46'50"S; 40°29'52"W	Epifiton	8,8	30,3	218	Damasceno, F.B.M
78396	24520	5	Bica do Ipu	Acarauá	Ipu	13/dez/18	04°19'01,4"S; 40°43'39,1"W	Epifiton	6,63	26,1	257	Maciel, M.G.R.
78397	24521	6	Bica do Pajé	Parnaíba	Ibiapina	25/mar/19	03°56'54,13"S; 40°59'44,24"W	Epifiton	-	-	-	Damasceno, F.B.M
78398	24522	7	Cachoeira Belizário	Parnaíba	Graça	17/mar/19	04°3'26,6"S; 40°45'49,9"W	Epifiton	8,5	27,1	54,5	Maciel, M.G.R.
78399	24523	8	Fazenda UVA/Córrego temporário	Acarauá	Massapé	26/abr/18	3°37'02"S; 40°18'22"W	Epifiton	-	-	-	Cavalcante, K.P.
78400	24524	9	Olho d'água do Pajé/Tanque	Litoral	Sobral	07/dez/18	3°59'00"S; 40°04'39"W	Epifiton	8,93	31,3	150,3	Rodrigues, L.A.
78401	24525	10	Olho d'água do Pajé/Parede do tanque	Litoral	Sobral	07/dez/18	3°59'00"S; 40°04'39"W	Epifiton	8,93	31,3	150,3	Rodrigues, L.A.
78402	24526	11	Pedra da andorinha/ espelho d'água	Litoral	Sobral	07/dez/18	4°03'34"S; 39°59'32"W	Epifiton	6,68	30,0	195,3	Maciel, M.G.R.
78403	24527	12	Rio Acaraú, Derby	Acarauá	Sobral	19/jun/18	3°41'15,64"S; 40°20'14,55"W	Fitoplâncton	-	-	-	Rodrigues, L.A.
78404	24528	13	Rio Acaraú, Derby	Acarauá	Sobral	15/mar/19	3°41'15,64"S; 40°20'14,50"W	Epifiton*	7,85	31,2	273	Cavalcante, K.P.
78405	24529	14	Rio Acaraú, Fazenda UVA	Acarauá	Massapé	26/abr/18	3°37'09"S; 40°18'04"W	Episamon	-	-	-	Cavalcante, K.P.
78406	24530	15	Rio Acaraú, Margem esquerda	Acarauá	Massapé	26/abr/18	3°37'12"S; 40°17'57"W	Epifiton	-	-	-	Cavalcante, K.P.
78407	24531	16	Rio Acaraú, Margem esquerda	Acarauá	Sobral	19/jun/18	3°41'33,50"S; 40°20'51"W	Fitoplâncton	-	-	-	Rodrigues, L.A.
78408	24532	17	Rio Acaraú, Margem esquerda	Acarauá	Sobral	22/nov/18	3°41'34,34"S; 40°20'51,10"W	Epifiton*	6,87	30,2	266	Damasceno, F.B.M
78409	24533	18	Rio dos macacos - Açude do Carminha	Acarauá	Catunda	27/mar/19	4°39'59,1"S; 40°12'09,5"W	Epifiton	7,9	30,2	250	Maciel, M. G. R.
78410	24534	19	Rio dos macacos - Açude do Celso	Acarauá	Catunda	27/mar/19	4°40'06,5"S; 40°13'04,1"W	Epifiton*	7,8	30,0	210	Maciel, M. G. R.
78411	24535	20	Rio dos macacos - Açude do Celso	Acarauá	Catunda	30/nov/18	4°40'06,5"S; 40°13'04,1"W	Epifiton*	-	-	-	Maciel, M. G. R.
78412	24536	21	Rio Quatiguaba – Poço	Coreaú	Viçosa do Ceará	16/mar/19	03°40'37,7"S; 41°03'59,6"W	Epifiton	7,93	29,0	174,3	Rodrigues, L.A.
78413	24537	22	Rio Quatiguaba - Poço do mamoeiro	Coreaú	Viçosa do Ceará	16/mar/19	03°40'27,1"S; 41°03'47,4"W	Epifiton*	8,3	27,0	188	Maciel, M.G.R.
78414	24538	23	Sítio São Luis/ Bica do Mirante	Parnaíba	Ubajara	13/jan/16	03°48'15"S; 40°54'14"W	Epifiton	-	-	-	Florindo, D.S.
78415	24539	24	Sítio São Luis/ Bica Sr Helder	Parnaíba	Ubajara	27/jan/16	03°48'55"S; 40°54'11"W	Epifiton	-	-	-	Maciel, M.G.R.
78416	24540	25	Sítio Cachoeira/Nascente do Riacho	Acarauá	Meruoca	18/mar/19	03°33'21,8"S; 40°27'41,6"W	Epifiton	5,31	24,3	72,3	Damasceno, F.B.M
78417	24541	26	Sítio Cachoeira/Nascente ponto3	Acarauá	Meruoca	18/mar/19	03°33'15,1"S; 40°27'39"W	Epifiton	6,68	22,9	31,3	Damasceno, F.B.M

UPCB	Herbário UVA	Am.	Local de coleta (est)	Bacia	Cidade	Data	Coordenadas	Habitat	pH	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	Coletores
78418	24542	27	Sítio ponto5	Acaraú	Meruoca	18/mai/19	03°33'29,4"S; 40°27'6,5"W	Epifiton	7,63	25,0	70,1	Damasceno, F.B.M
78419	24543	28	Sítio Cachoeira/Riacho ponto1	Acaraú	Meruoca	18/mai/19	03°33'22,3"S; 40°27'31,7"W	Epifiton	6,1	23,3	66,9	Maciel, M.G.R.

Nota: (Am) Amostras; (Est) Estações; (Temp.) Temperatura da água; (Cond): condutividade; (Habitat) Tipo de amostra; (-) sem dados.





**Figura 2.** Localização de alguns dos pontos de coleta, exemplificando os tipos de ambiente: (a) amostra 1: Açude Araras, Cidade de Varjota; (b) amostra 3: Açude Gangorra, Cidade de Granja; (c) amostra 5: Bica do Ipu, Cidade de Ipu; (d) amostra 6: Bica do Pajé, Cidade de Ibiapina; (e) amostra 7: Cachoeira Belizário, Cidade de Graça; (f) amostra 10: Olho d'água do Pajé/Parede do tanque, Cidade de Sobral; (g) amostra 11: Pedra da andorinha/ espelho d'água, Cidade de Sobral; (h) amostra 12: Rio Acaraú/Derby, Cidade de Sobral; (i) amostra 16: Rio Acaraú/Margem esquerda, Cidade de Sobral; (j) amostra 18: Rio dos macacos/Açude do Carmina, cidade de Catunda; (k) amostra 20: Rio dos macacos/Açude do Carmina, cidade de Catunda; (l) amostra 22: Rio Quatiguaba/ Poço do mamoeiro, Cidade de Viçosa do Ceará; (m) amostra 23: Sitio São Luis/ Bica do



Mirante, cidade de Ubajara; (n) amostra 24: Sítio São Luis/ Bica Sr Helder, Cidade de Ubajara; (o) amostra 26: Sítio Cachoeira/Nascente ponto3, cidade de Meruoca; (p) amostra 27: Sítio Cachoeira/Nascente ponto5, Cidade de Meruoca.

## 2.3 Procedimento laboratorial

### 2.3.1 Preparação das lâminas para análise em microscopia óptica

Para a análise morfológica das frústulas em microscopia, realizou-se a oxidação da matéria orgânica, de acordo com Simonsen (1974), que utiliza permanganato de potássio e ácido clorídrico para remoção do conteúdo celular e resíduos de substrato da amostra. Modificado por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981), aquecendo em banho-maria.

Lâminas permanentes foram montadas com a resina Naphrax® (índice de refração=1,74). As identificações e ilustrações das diatomáceas foram realizadas com microscópio óptico Olympus BX 40 equipado com câmera de captura de imagem DP 71. As amostras e as respectivas lâminas permanentes foram depositadas nos herbários da Universidade Federal do Paraná (UPCB) e da Universidade Estadual Vale do Acaraú (HUVA) (Tabela 1).

### 2.3.2 Preparação das amostras para análise em microscopia eletrônica

Para análise da ultraestrutura das diatomáceas, as amostras oxidadas foram depositadas em suportes de alumínio, metalizadas com ouro no equipamento Bal-Tec SCD050 e analisadas nos microscópios eletrônicos de varredura disponíveis no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR (JEOL JSM 6360-LV e TESCAN VEGA 3 LMU).

## 2.4 Tratamento taxonômico

O estudo taxonômico foi baseado na análise morfológica, métrica e estrutural das frústulas de populações de diatomáceas encontradas, com ilustração dos táxons. Para cada táxon foram registrados ilustrações, descrições, limites métricos, referência à obra original, basônimo e a literatura consultada que possibilitou sua identificação e confirmação. Quando pertinentes, comentários quanto à variação morfológica e à problemática taxonômica ou nomenclatural foram adicionados. A ocorrência das espécies em cada amostra analisada foi registrada em forma de tabela (Apêndice 1).

A identificação das diatomáceas encontradas está baseada na literatura clássica e recente, do tipo flora e em artigos científicos (ex. HUSTEDT, 1930; PATRICK; REIMER, 1966, 1975; KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1991; KRAMMER, 1997; METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; 2007; FERRARI et al., 2007; LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M.; WITKOWSKI, 2011; COSTA et al., 2017) dentre outros. A terminologia específica utilizada baseou-se em Round et al (1990), Taylor; Cocquyt (2016).

O sistema de classificação taxonômica adotado para níveis supraordinais foi o proposto por Medlin (2004; 2016), que considera dados morfológicos e moleculares, e, para níveis ordinais e infraordinais, o sistema proposto por Round, Crawford e Mann (1990) foi seguido, exceto quando indicado.

## 2.5 Frequência dos táxons

A frequência foi calculada a partir da constância, que é uma medida de ocorrência de espécies (C) e foi demonstrada da seguinte forma: constante ( $C \geq 50\%$ ), comum ( $30\% \geq C \leq 70\%$ ), esporádica ( $10\% \geq C \leq 30\%$ ) e rara ( $C \leq 10\%$ ) (DAJOZ, 2005).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise qualitativa de 28 amostras provenientes da região do Noroeste cearense, foram determinados um total de 81 táxons infragenéricos. Sessenta e nove táxons foram determinados em nível específico, três variedades não típicas e 13 táxons foram apresentados apenas em nível genérico, por apresentarem variações morfológicas distintas das espécies conhecidas ou pela falta de informações que permitam sua precisa identificação. Tais táxons estão distribuídos em 10 famílias e 14 gêneros. como segue: *Eunotia* (33); *Gomphonema* (21); *Encyonema* (7); *Cyclotella* (5); *Aulacoseira* (4); *Placoneis* (4); *Discostella* (2); *Conticribra* (1); *Pleurosira* (1); *Orthoseira* (1); *Terpsinoë* (1); *Actinella* (1); *Anomoeoneis* (1).

### 3.1 Enquadramento taxonômico

#### Divisão Bacillariophyta

##### Subdivisão Coscinodiscophytina Medlin et Kaczmarska

##### Classe Coscinodiscophyceae Round et Crawford

Ordem Aulacoseirales Crawford

Família Aulacoseiraceae Crawford

Gênero **Aulacoseira** Thwaites

Subdivisão Bacillariophytina Medlin et Kaczmarska

Classe Mediophyceae (Jousé et Proshkina-Lavrenko) Medlin et Kaczmarska

Ordem Thalassiosirales Glezer et Makarova

Família Stephanodiscaceae Glezer et Makarova

Gêneros **Cyclotella** (Kützing) Brébisson

**Discostella**<sup>1</sup> Houk et Klee

Família Thalassiosiraceae M. Lebour

Gênero **Conticribra** Stachura-Suchoples et Williams

Ordem Eupodiscales Nikolaev et Harwood

Família Eupodiscaceae Ralfs

Gênero **Pleurosira** (Meneghini) Trevisan

Ordem Orthoseirales Crawford

Família Orthoseiraceae Crawford

Gênero **Orthoseira** Thwaites

Família Terpsinoeaceae Ralfs in Pritchard

Gênero **Terpsinoë** Ehrenberg

Classe Bacillariophyceae Haeckel emend. Medlin et Kaczmarska

Ordem Eunotiales Silva

Família Euntotiaceae Kützing

Gêneros **Eunotia** Ehrenberg

**Actinella** Lewis

Ordem Cymbellales Mann

Família Anomoeoneidaceae Mann

Gênero **Anomoeoneis** Pfitzer

Família Cymbellaceae Greville

Gêneros **Encyonema** Kützing

**Placoneis** Mereschowsky

Família Gomphonemataceae Kützing

Gênero **Gomphonema** Ehrenberg

---

<sup>1</sup> Houk et Klee (2004).

### 3.1.1 Família Aulacoseiraceae Crawford

#### ***Aulacoseira* Thwaites**

***Aulacoseira ambigua*** (Grunow) Simonsen, Bacill., v.2, p.56. 1979.

Basiônimo: *Melosira crenulata* var. *ambigua* Grunow in Van Heurck, Syn. der Diat. Belg., pl.88, fig.12-15, 1882.

#### **Figura 3. a-b**

Frústulas cilíndricas; em vista pleural, manto ornamentado com estrias dispostas obliquamente em relação ao eixo pervalvar, em padrão dextrógiro; aréolas arredondadas, delicadas; sulco não observado. Altura do manto: 9,9 µm; diâmetro 5,7-6,4 µm; 17 estrias em 10 µm e 17 aréolas em 10 µm.

**Literatura consultada:** Buczkó et al. (2010); Tremarin et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil. Ceará: Cidade Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Catunda, Açude do Celso (UPCB78411). Espécie rara, encontrada em amostras epilítica e epifítica, com temperatura 27,1°C, pH 8,5 e condutividade 54,5 µS/cm;

***Aulacoseira granulata*** (Ehrenberg) Simonsen, Bacill., 2: 58. 1979.

Basiônimo: *Gallionella granulata* Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p.415, 1841 (1843).

#### **Figura 3. c-f**

Frústulas cilíndricas. Em vista lateral, unidas por grandes espinhos de conexão; filamentos retos; valva terminal com um espinho de separação marginal longo, agudo; manto com estrias dispostas paralelamente ao eixo pervalvar nas células terminais; valva de conexão com estrias dispostas paralelamente; aréolas arredondadas a retangulares, grosseiras, sulco em forma de “V”, pouco pronunciado. Altura do manto 11,6-21,3 µm e diâmetro 5,7-7,7; Relação altura/diâmetro 2-2,7; 8-12 estrias em 10 µm e 8-10 aréolas em 10 µm.

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991); Houk (2003); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil. Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Sobral, Açude Jaibaras (UPCB 78395). Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78407); Meruoca, Sítio cachoeira (UPCB 78417). A espécie foi encontrada principalmente em açudes e riachos, em amostras epilíticas e epifíticas.

Com temperatura variando entre 27,1 -33,5°C, pH entre 7,57-8,8 e condutividade entre 54,5-255 µS/cm.

***Aulacoseira granulata* var. *angustissima*** (Müller) Simonsen, Bacill., v.2, p.58. 1979.

Basiônimo: *Melosira granulata* var. *angustissima* Müller, Hedwigia, v.38, p.315, pl. 12, fig. 28. 1899.

### Figura 3. g-l

Frústulas cilíndricas. Em vista lateral alongadas, unidas por pequenos espinhos de conexão; formando filamento predominantemente reto; valva terminal com um espinho de separação marginal longo, agudo; manto com estrias oblíquas (valvas de conexão) a paralelas (valvas de separação) em relação ao eixo pervalvar; aréolas arredondadas; sulco não pronunciado. Altura do manto 10,6-13,3 µm e diâmetro 3,0-4,0 µm; Relação altura/diâmetro 3,3-3,5; 16-17 estrias em 10 µm e 18-20 aréolas em 10 µm.

**Comentário:** *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* difere de *A. granulata* por apresentar uma combinação de válvulas longas e estreitas (English; Potapova, 2010), com uma variação de diâmetro entre 3-5 µm, enquanto *A. granulata* apresenta 5-35 µm (KRAMMER; LANGE-BERTALOT 1991a). English e Potapova comentam que exemplares maiores que 4 µm devem ser considerados *A. granulata*. Além disso, *A. granulata* var. *angustissima* apresenta apenas um espinho alongado nas valvas de separação, enquanto *A. granulata* possui 1-4 espinhos (KRAMMER; LANGE-BERTALOT 1991a). *Aulacoseira ambigua*, difere por apresentar sulco profundo em forma de “U”, altura do manto (5-13 µm) e densidade de estrias (14-20 em 10 µm) e aréolas (14-18 em 10 µm) (KRAMMER; LANGE-BERTALOT 1991a).

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brazil, Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Sobral, Açude Jaibaras (UPCB 78395); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78404, 78407); Catunda, Açude Carmina e Celso (UPCB 78409, 78410). Ocorrendo principalmente em açudes, em amostras epifíticas, com temperatura entre 30,0-33,5°C, pH entre 6,68-8,8, e condutividade entre 195,3-273 µS/cm.

***Aulacoseira italica*** (Ehrenberg) Simonsen, Bacill., v.2, p.60. 1979.

Basiônimo: *Gaillonella italica* Ehrenberg, Abh. Königl. Akad. Wiss. Berl., p.171, pl. 10, fig.6. 1838.

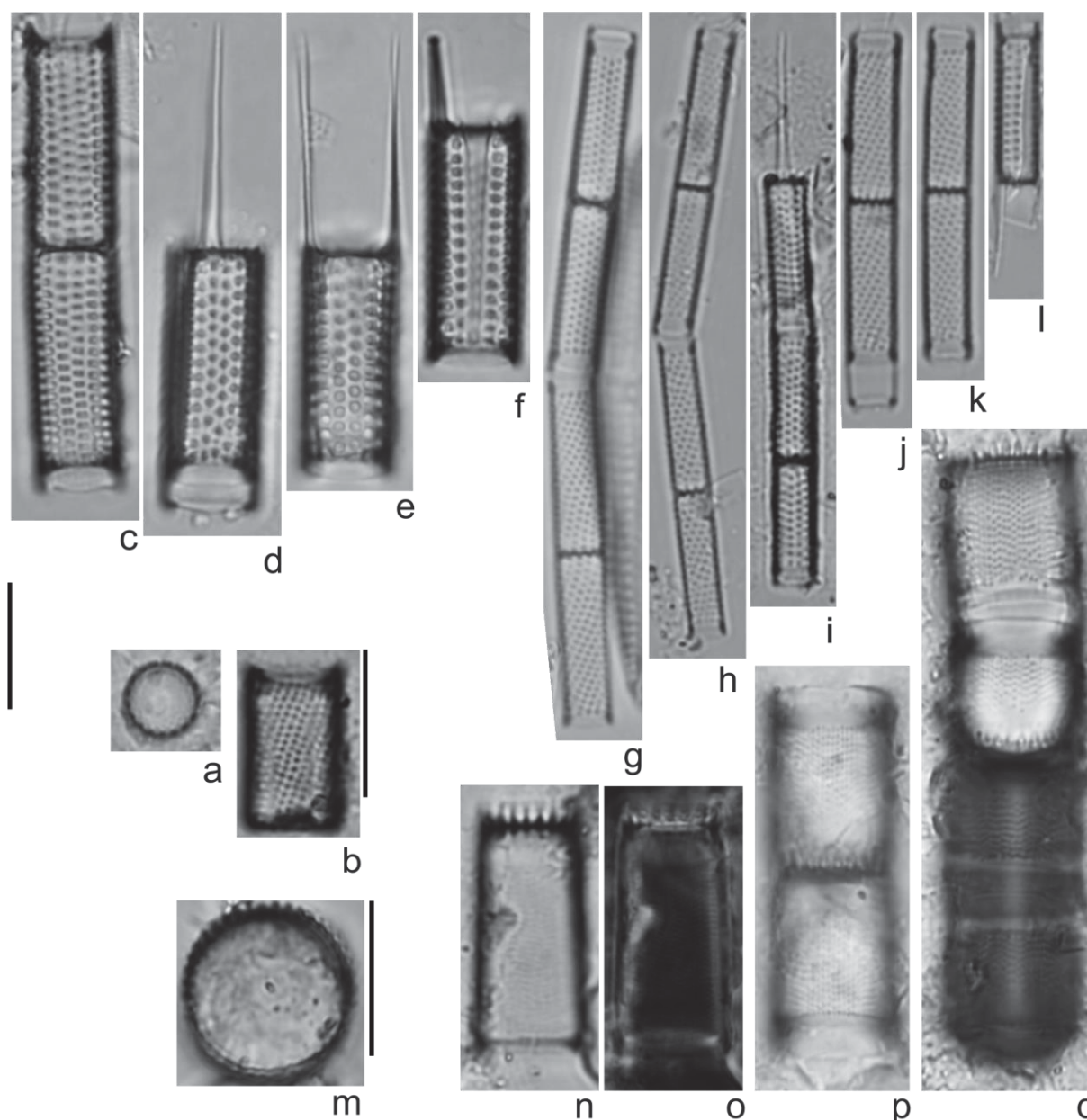
**Figura 3. m-q**

Frústulas cilíndricas. Em vista lateral, manto ornamentado por estrias paralelas em relação ao eixo pervalvar; aréolas delicadas, arredondadas; espinhos de conexão curtos. Altura do manto 12,6-17,4  $\mu\text{m}$  e diâmetro 8,5-10,6  $\mu\text{m}$ ; 22-24 estrias em 10  $\mu\text{m}$  e aréolas inconspícuas.

Literatura consultada: Crawford et al. (2003); Houk (2003).

Material examinado: Brasil. Ceará: Cidade Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Catunda, Açude do Celso (UPCB78411). Espécie encontrada em açude e em riacho, em amostras epilítica e epifítica, com temperatura 27,1°C, pH 8,5 e condutividade 54,5  $\mu\text{S/cm}$ .





**Figura 3. *Aulacoseira* spp.** (a-b) *Aulacoseira ambigua*, vista valvar e vista lateral, respectivamente. (c-f) *Aulacoseira granulata*. (g-l) *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*. (m-r) *Aulacoseira italica*. (m) em vista valvar, (n-q) em vista lateral. Barras de escala: 10 µm.

### 3.1.2 Família Stephanodiscaceae Glezer et Makarova

#### ***Cyclotella* (Kützinger) Brébisson**

***Cyclotella atomus*** Hustedt, Arch. Hydrobiol., v.15, p.143, pl.9, fig.1-4. 1937.

#### **Figura 4. a-j**

Valvas circulares; estrias marginais radiadas separadas por fascículos; anel marginal de fultopórtulas dispostas entre a face/manto, a cada três ou quatro costas; rimopórtula entre duas fultopórtulas marginais; uma fultopórtula subcentral.

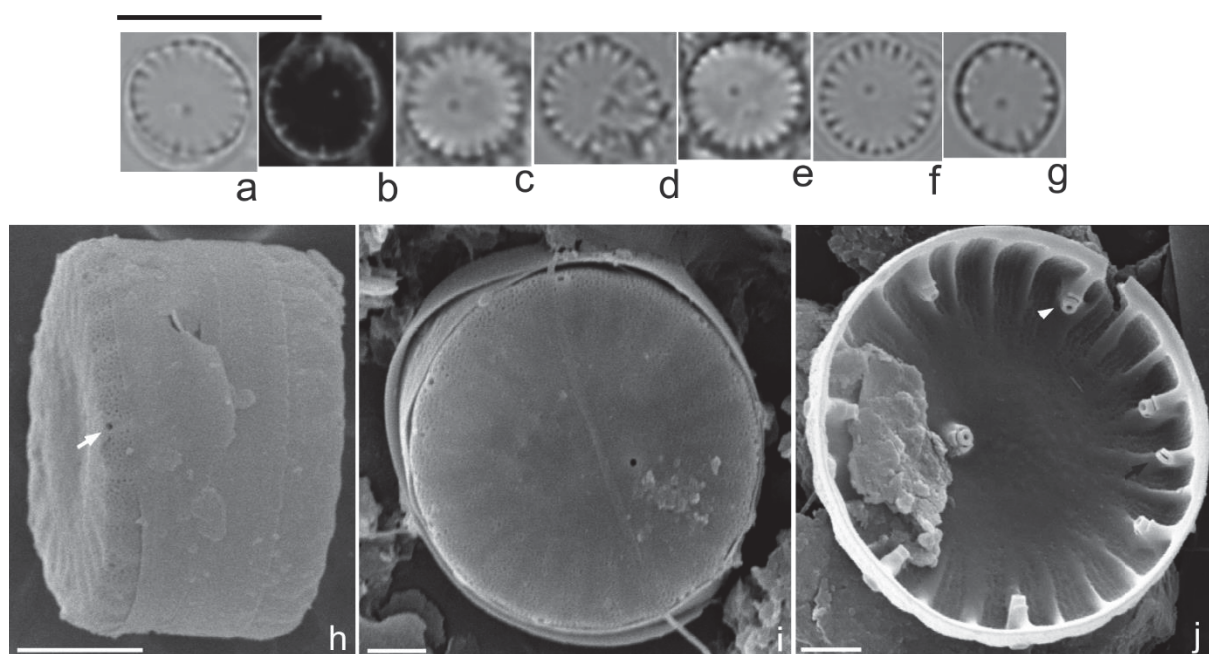
Diâmetro: 5,0-6,5  $\mu\text{m}$ , manto 3  $\mu\text{m}$ ; 7,9-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 3,3-3,8 fultopórtulas marginais em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV a superfície valvar é levemente ondulada na área central, (Fig. 4h); estrias com aréolas arredondadas, delicadas, irregularmente distribuídas no manto valvar. Anel de fultopórtulas marginais localizado na junção face/manto (Fig. 4 i). Fultopórtula subcentral apresenta três poros satélite; fultopórtulas marginais com dois poros de satélite em posição radial, rimopórtula marginal sésil com lábio ligeiramente oblíquo (Fig. 3 j).

**Comentário:** *Cyclotella cryptica* difere de *C. atomus* pelas fultopórtulas marginais localizadas em cada uma ou duas costas, não a cada três ou quatro como *C. atomus* (HOUK et al., 2010).

**Literatura consultada:** Tanaka et al. (2007); Houk et al. (2010); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Cidade Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78407, 78408). A espécie ocorreu apenas em riachos, e córrego temporário, em amostras epifíticas, epilíticas e fitoplanctônica. Com temperatura 27,1-30,2°C; pH 6,87-8,5; e condutividade 54,5-266  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 4. *Cyclotella atomus*.** (a-g) Vista valvar em MO. (h-j) Vista valvar em MEV. (h) Vista lateral da valva, detalhe da rimopórtula marginal (seta). (i) Superfície valvar lisa, detalhe das fultopórtulas marginais inseridas na junção face/manto. (j) Vista interna da valva, fultopórtulas marginais inseridas

a cada 3-4 costas, com dois poros de satélite (ponta da seta), fultopórtula central com dois poros de satélite, detalhe da rimopórtula marginal séssil com lábios orientado obliquamente (seta escura). Barras de escala: 1  $\mu\text{m}$  (i-j); 2  $\mu\text{m}$  (h); 10  $\mu\text{m}$  (a-g).

***Cyclotella cryptica*** Reimam, Lewin et Guillard, Phycol., v.3, p.82, figs 4-11. 1963.

#### Figura 5. a-l.

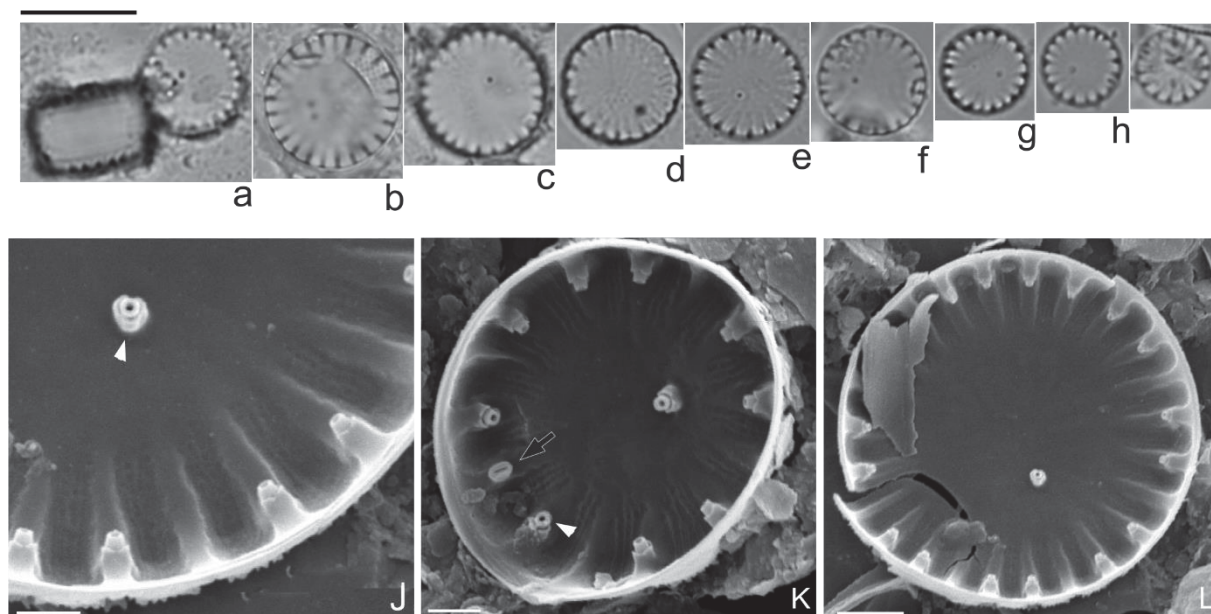
Valvas circulares; estrias marginais largas, radiadas; fasciculadas; fultopórtulas marginais dispostas sobre as costelas, em um anel marginal, uma em cada costa, com poucas interrupções; rimopórtula inserida entre duas fultopórtulas marginais; uma fultopórtula subcentral. Diâmetro: 6-12  $\mu\text{m}$ , estrias: 6-8 em 10  $\mu\text{m}$ ; 2,2-4,5 fultopórtulas marginais em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV, superfície valvar não observada. Vista interna, estrias alveoladas; alvéolos semiabertos (Fig. 5 j-l); fultopórtula central com três poros satélite rodeando um tubo longo (Fig. 5 k), fultopórtulas marginais com três poros satélite; rimopórtula marginal com lábios orientado obliquamente (Fig. 5 k).

**Comentário:** *C. cryptica* apresenta semelhanças com *Cyclotella meneghiniana* Kützinger, no diâmetro valvar e localização dos processos marginais, mas a segunda diferencia-se principalmente por apresentar os alvéolos internamente fechados, o que torna a separação entre as áreas central e marginal tão evidente (HOUK et al., 2010). Hevia-Orube et al. (2017) comenta que a espécie pode apresentar semelhanças com *C. meneghiniana* quando encontrada em ambientes de baixa salinidade, e que em ambientes com salinidade maior que 4,3, *Cyclotella cryptica* apresenta suas características típicas.

**Literatura consultada:** Cavalcante et al. (2013); Houk et al. (2010).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Cidade Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78406, 78407, 78408). Sobral, Pedra da Andorinha/Espelho D'água (UPCB 78402); Catunda, Açudes Carmina e Celso (UPCB 78409, 78410); Varjota, Açude Araras (UPCB 78392). A espécie ocorreu em diferentes ambientes, mas principalmente em riachos e açudes. Com temperatura entre 27,1-33,5°C; pH 6,68-8,5; e condutividade 54,5-266  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 5. *Cyclotella cryptica*.** (a-i) Vista valvar em MO. (j-l) Vista valvar em MEV. (j) Vista interna da valva, detalhe da fultopórtula central com três poros de satélite (ponta da seta). (k) fultopórtula marginal com três poros de satélite (ponta da seta), detalhe da rimopórtula marginal sésil (seta escura). (l) detalhe dos alvéolos semiabertos e anel de fultopórtulas marginais. Barras de escala: 10 µm (a-i); 2 µm (l); 1 µm (j-k).

***Cyclotella marina*** (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector, in Aké-Castillo et al., Nova Hedwigia Beiheft, v.141, p.267, figs 2-9. 2012.

Basiônimo: *Cyclotella atomus* var. *marina* Tanimura, Nagumo et Kato, in Tuji et al., Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C, v.30, p.6, figs 3-15. 2004.

#### Figura 6. a-h

Valvas circulares, superfície valvar plana; ausência de fultopórtula subcentral; 3-4 fultopórtulas marginais distantes entre si; uma rimopórtula entre elas; estrias e aréolas inconspícuas. Diâmetro: 3,2-4,7 µm, 4-2 fultopórtulas marginais em 10 µm.

Em MEV, vista interna, estrias irradiam até próximo à região central; fultopórtulas marginais dispostas na junção face/manto; rimopórtula pequena marginal e pedunculada (fig. 6 h).

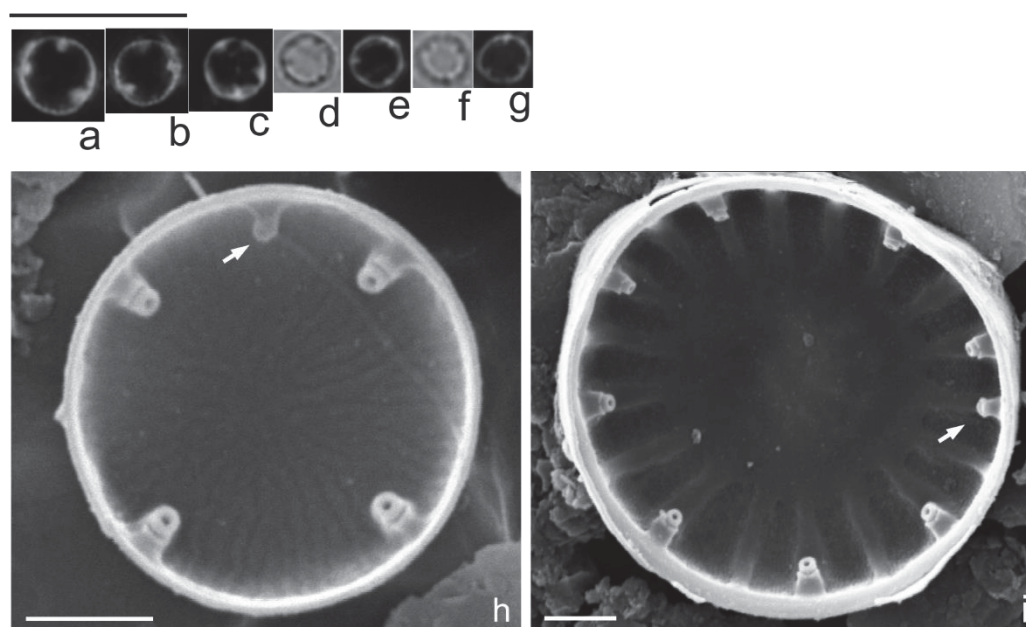
**Comentário:** *Cyclotella marina* difere morfologicamente de *C. atomus* var. *atomus* e *C. atomus* var. *gracilis* pelas estrias pouco desenvolvidas e ausência de fultopórtula central (TANIMURA et al., 2004). Outra diferença entre esses táxons seria a preferência de *C. marina* por ambientes marinhos costeiros com nutrientes elevados (AKÉ-CASTILLO et al., 2012; HEVIA-ORUBE et al., 2017). Entretanto, a espécie já vem sendo reportada em ambientes de água doce (GENKAL et al., 2013a; 2013b;



2015; CAVALCANTE et al., 2013). Além disso, a espécie já foi registrada para o Brasil por Cavalcante et al. (2013) no Rio Cachoeira, localizado no estado da Bahia, no nordeste do Brasil. As características ambientais encontradas no presente estudo são similares ao do trabalho do Rio Cachoeira. Esta é uma espécie metafítica, segundo Tanimura et al. (2004) e Chung et al. (2010). Neste estudo o táxon é o segundo registro em ambiente de água doce para o Brasil.

**Literatura consultada:** Aké-Castillo et al. (2012); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78405, 78408). A espécie foi registrada exclusivamente no rio Acaraú, influenciada por esgoto doméstico, em amostras epifíticas, episâmica e fitoplanctônicas, com temperatura 30,2°C, pH de 6,87 e condutividade 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 6. *Cyclotella* spp.** (a-h) *Cyclotella marina*. (i) *Cyclotella meduanae*. (g) Vista interna da valva em MEV, detalhe das fultopórtulas marginais, uma rimopórtula marginal sésil (seta) e região central sem ornamentações, com estrias delicadas. (i) vista interna da valva em MEV, detalhe das fultopórtulas marginais, uma rimopórtula entre uma costela e uma fultopórtula marginal (seta), alvéolos pouco pronunciados. Barras de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-g); 1  $\mu\text{m}$  (h-i).

***Cyclotella meduanae*** Germain, Flore des Diatomées. p.36, pl.8, fig.28, pl.154, figs 4, 4a. 1981.

#### Figura 6. i.

Valva circular, em vista interna MEV, estrias fasciculadas; fultopórtulas dispostas sobre as costelas, em um anel marginal em cada uma ou duas estrias; rimopórtula pequena e marginal, localizada em uma costa, entre duas fultopórtulas;

estrias com aréolas delicadas. Diâmetro: 5,9  $\mu\text{m}$ , 9,7 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; e 4,3 fultopórtulas marginais em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** As características aqui apresentadas são condizentes com as descrições encontradas por Cavalcante et al. (2013) em relação a variação métrica e processos marginais. *C. katiana* Sala et Ramírez, proposta para a Colômbia (Sala; Ramírez, 2008) foi recentemente sinonimizada com *C. meduanae*, considerando que as características diacríticas entre as espécies são sobrepostas em diferentes populações estudadas (GENKAL, 2015).

**Literatura consultada:** Tanaka (2007), Cavalcante et al. (2013); Houk et al. (2010).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408). A espécie ocorreu apenas em amostras epifíticas, com temperatura 30,2°C, pH entre 6,87-7,9; e condutividade entre 250-266  $\mu\text{S/cm}$ .

***Cyclotella meneghiniana*** Kützing, Die Kies. Bacill. oder Diat., p.50, pl.30, fig.68. 1844.

#### Figura 7. a-k

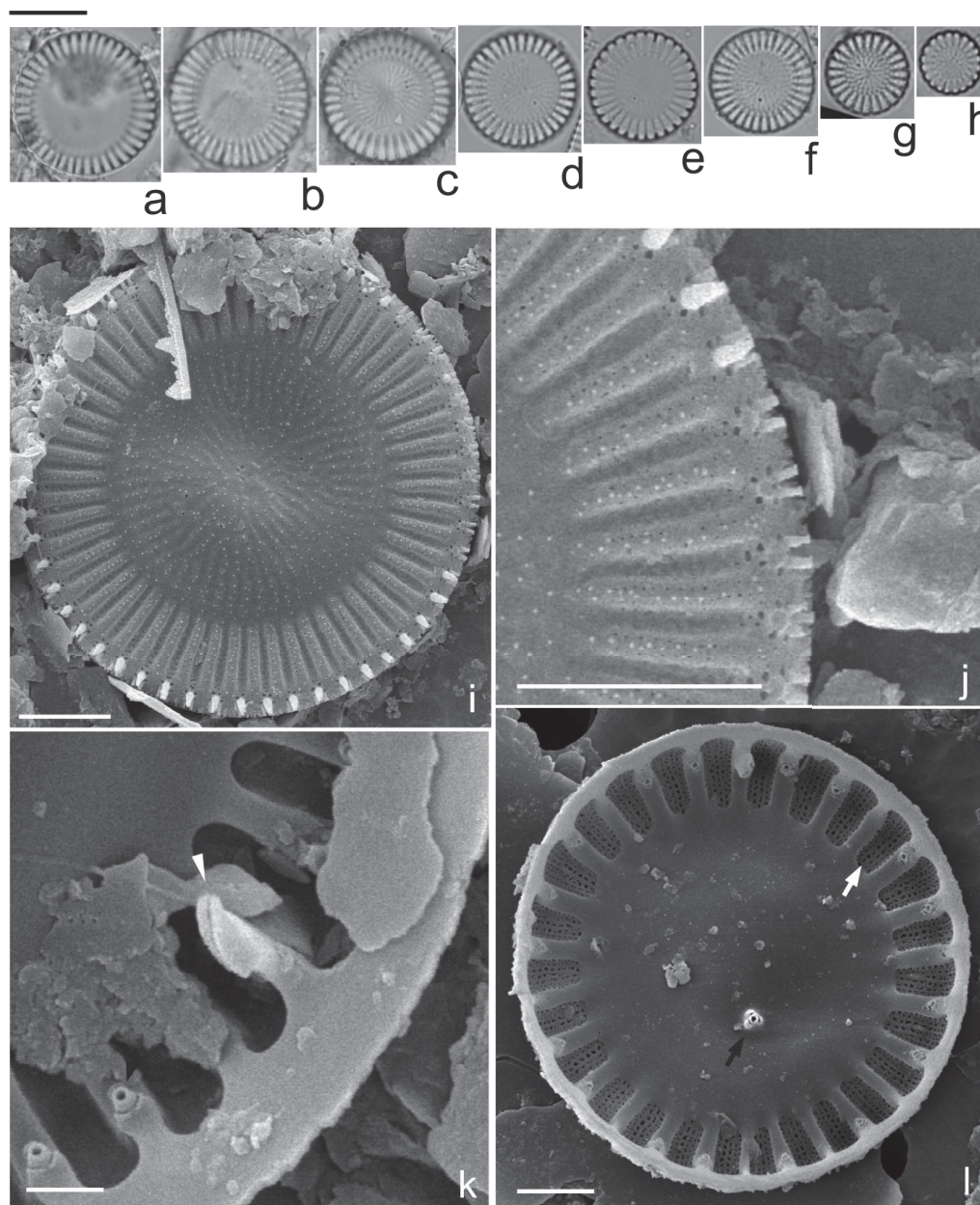
Valvas circulares, área central ornamentada por ranhuras irregulares e radialmente dispostas, com ondulação tangencial; alvéolos marginais fechados, com separação evidente entre área central e marginal; uma a duas fultopórtulas subcentrais; fultopórtulas dispostas sobre as costelas, em um anel marginal a cada estria, com algumas interrupções; rimopórtula inserida entre duas fultopórtulas marginais; estrias marginais largas, grosseiras, radiadas. Diâmetro: 7,9-18,4  $\mu\text{m}$ , estrias: 7,0-8,0 em 10  $\mu\text{m}$ ; 4,9 fultopórtulas marginais.

Em MEV a superfície valvar externa levemente ondulada na região central, área central ornamentada por pequenas verrugas; 1-4 fultopórtulas subcentrais (Fig. 7 h); 2 espinhos alongados sempre acompanhando os tubos externos das fultopórtulas marginais (Fig. 7 i). Vista interna, estrias alveoladas duas a mais fileiras de poros delicados em cada alvéolo; alvéolos fechados; fultopórtulas marginais e subcentrais com três poros satélite rodeando um tubo curto (Fig. 7 k), uma rimopórtula marginal pedunculada, com lábio orientado obliquamente localizado entre duas fultopórtulas marginais (Fig. 7 j).

**Literatura consultada:** Houk et al. (2010); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Granja, Açude Gangorra (UPCB 78393, 78394); Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398);

Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Pedra da Andorinha/Espelho D'água e Olho d'água do Pajé (UPCB 78402, 78400); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78404, 78406, 78407, 78408); Catunda, Açudes Carmina e Celso (UPCB 78409, 78410); Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78413). A espécie ocorreu em quase todos os pontos amostrais. A temperatura dos locais variou entre 27,0-33,5°C, pH entre 6,68-8,93; e condutividade entre 54,5-266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 7. *Cyclotella meneghiniana*.** (a-h) Vista da valva em MO. (i-j) Vista externa da superfície valvar, MEV. (k-l) Vista interna da valva, MEV. (i) Detalhe das fultopórtulas centrais. (j) Detalhe dos espinhos marginais. (k) Rimopórtula marginal pedunculada (ponta da seta), lábio orientado obliquamente, fultopórtulas marginais com três poros de satélite (l) Estrias alveoladas (seta), alvéolos fechados, com duas a várias fileiras de aréolas irregulares-arredondadas, fultopórtula central com três poros de satélite (seta escura). Barras de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-h); 5  $\mu\text{m}$  (i-j); 2  $\mu\text{m}$  (k-l).



***Discostella* Houk et Klee**

***Discostella stelligera*** (Cleve et Grunow) Houk et Klee, Diat. Res. v.19, n.2, p.208. 2004.

Basiônimo: *Cyclotella meneghiniana* var. *stelligera* Cleve et Grunow in Cleve, Kongl. Svenska Vetenskapsakad. Handl., ser. 4, 18 (5): 22, pl. V: fig. 63a. 1881.

**Figura 8. a-i**

Valvas circulares; área central convexa, ornamentada por estrias curtas dispostas irregularmente em forma de roseta, podem ou não estar circundando uma aréola isolada centralmente; área marginal ocupa menos da metade da valva; as estrias marginais são alveoladas, radiais e regulares em comprimento; anel marginal de fultopórtulas inconspícuas em MO.

Em MEV, vista interna as estrias são alveoladas, as fultopórtulas marginais estão localizadas entre as costelas, na junção superfície-manto, na extremidade dos alvéolos marginais, com 2 poros satélites e uma rimopórtula marginal pequena presente também entre as fultopórtulas marginais (Fig. 8 i). A abertura interna do alvéolo é encurtada na estria que apresenta fultopórtulas ou rimopórtula relacionada. Alvéolos curtos e irregulares na região central formando uma roseta. Há uma área hialina que separa as estrias marginais das estrias centrais. Diâmetro: 5,9- 12 µm e 7,9-11,7 estrias em 10 µm.

**Literatura consultada:** Houk et al. (2010); Tuji e Williams (2006); Guerrero e Echenique (2006).

**Material examinado:** Brasil. Ceará: Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Granja, Açude Gangorra (UPCB 78393); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78409). Espécie encontrada em amostra epilítica, epifíticas e planctônica, com temperatura entre 27,1 e 32,3°C, pH entre 7,5 e 8,5 e condutividade entre 54,5 e 250 µS/cm.

***Discostella woltereckii*** (Hustedt) Houk et Klee, Diat. Res. v.19, n.2, p.223. 2004.

Basiônimo: *Cyclotella woltereckii* Hustedt, Int. Rev. Hydrobiol. & Hydrogr. v.42, p.16, figs 11-13. 1942.

**Figura 8. j-o**

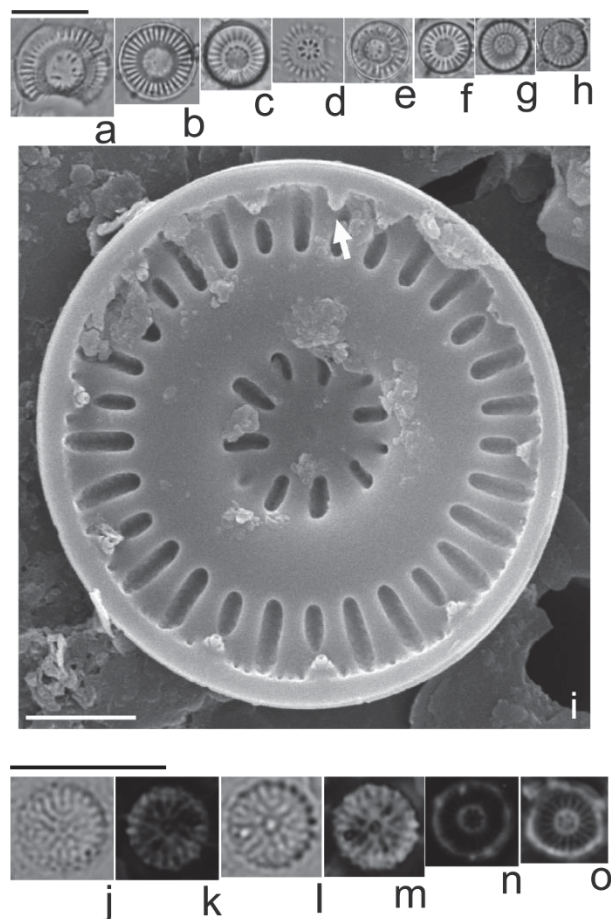
Valvas circulares; área central plana a moderadamente convexa, podendo apresentar dois padrões de ornamentação: estrias marginais alongadas, de comprimentos irregulares, destacadas da região central, a qual apresenta estrias curtas radiadas em forma de roseta, área marginal ocupa mais da metade da valva

(Fig. 8 n-o); ou apresentam um padrão de estriação irregular estrelado que se estende até a margem valvar (Fig. 8 j-m); anel marginal de fultopórtulas inconspícuas em MO. Diâmetro: 4,8-5,0  $\mu\text{m}$ ; 8,9 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Semelhanças são notáveis entre *Discostella woltereckii* e *D. pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee, ambas apresentam estrias marginais irregulares, fultopórtulas marginais tubulares longas e podem apresentar área central ornamentada por estrias curtas dispostas em roseta (HOUK et al., 2010). Entretanto, segundo Guerreiro et al. (2006) podem ser diferenciadas pela presença de um anel hialino amplo, ocupando cerca de metade da largura valvar, entre a área central e a marginal em *D. pseudostelligera*, enquanto *D. woltereckii* possui a área central muito pequena, às vezes reduzida a uma aréola isolada ou formada por anel de aréolas diminutas com ou sem aréola central e a área marginal ocupa metade do diâmetro valvar, podendo não ser observado um anel hialino. Ao analisar o material tipo de ambos os táxons, Houk et al. (2010) afirmou que tais características podem se sobrepor tornando a identificação pouco precisa, mas ainda assim os autores separam as espécies em relação a diferenças ecológicas, sendo *D. pseudoestelligera* principalmente uma espécie de regiões temperadas, enquanto *D. woltereckii* prefere zonas tropicais. A variação morfológica das figuras (Fig.7 j-m) neste estudo se assemelha às apresentadas por Houk et al. (2010) (fig.19, pl. 354) e na apresentação das ilustrações de Hustedt (1942) (fig.25, pl. 324) para o material tipo de *D. woltereckii*. As observações das valvas com área central pequena, padrão dicotômico de estrias marginais e ainda a preferência ecológica, são características que auxiliam na determinação da espécie como *D. woltereckii*. Öberg et al. (2009), propõe uma nova variedade para esta espécie, *D. woltereckii* var. *minor* Öberg, Risberg et Stabell, que se distingue da espécie típica pelo menor diâmetro (1,9-4,0  $\mu\text{m}$ ) e pela face valvar arranjada dicotomicamente. *Discostella guslyakovyi* Genkal, Bondarenko et Popovskaya difere também no diâmetro (2,8-5,7  $\mu\text{m}$ ) e contorno valvar, e por apresentar fultopórtulas marginais não tubulares (GENKAL et al., 2007).

**Literatura consultada:** Houk et al. (2010); Tuji e Willians (2006); Guerrero e Echenique (2006).

**Material examinado:** Varjota, Açude Araras (UPCB 78392). A população estudada foi registrada em uma única amostra epifítica, com temperatura de 33,5°C, pH 7,57 e condutividade 255  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 8. *Discostella* spp.** (a-i) *Discostella stelligera*. (i) vista interna da valva em MEV, detalhe das fultopórtulas marginais, uma rimopórtula entre duas pequenas fultopórtulas, estrias alveoladas, na região central formando uma roseta que se encontra rodeada por uma região hialina. (j-o) *Discostella woltereckii*, Vista valvar em MO. Barras de escala: 10 µm (a-h; j-o); 2 µm (i).

### 3.1.3 Família Thalassiosiraceae M. Lebour

#### ***Conticribra* Stachura-Suchoples et Williams**

***Conticribra weissflogii*** (Grunow) Stachura-Suchoples et Williams, Eur. J. Phycol. v.44, n.4, p.482. 2009.

Basiônimo: *Micropodiscus weissflogii* Gruw, in Van Heurk, Syn. Diat. Belg. 210. 1885.

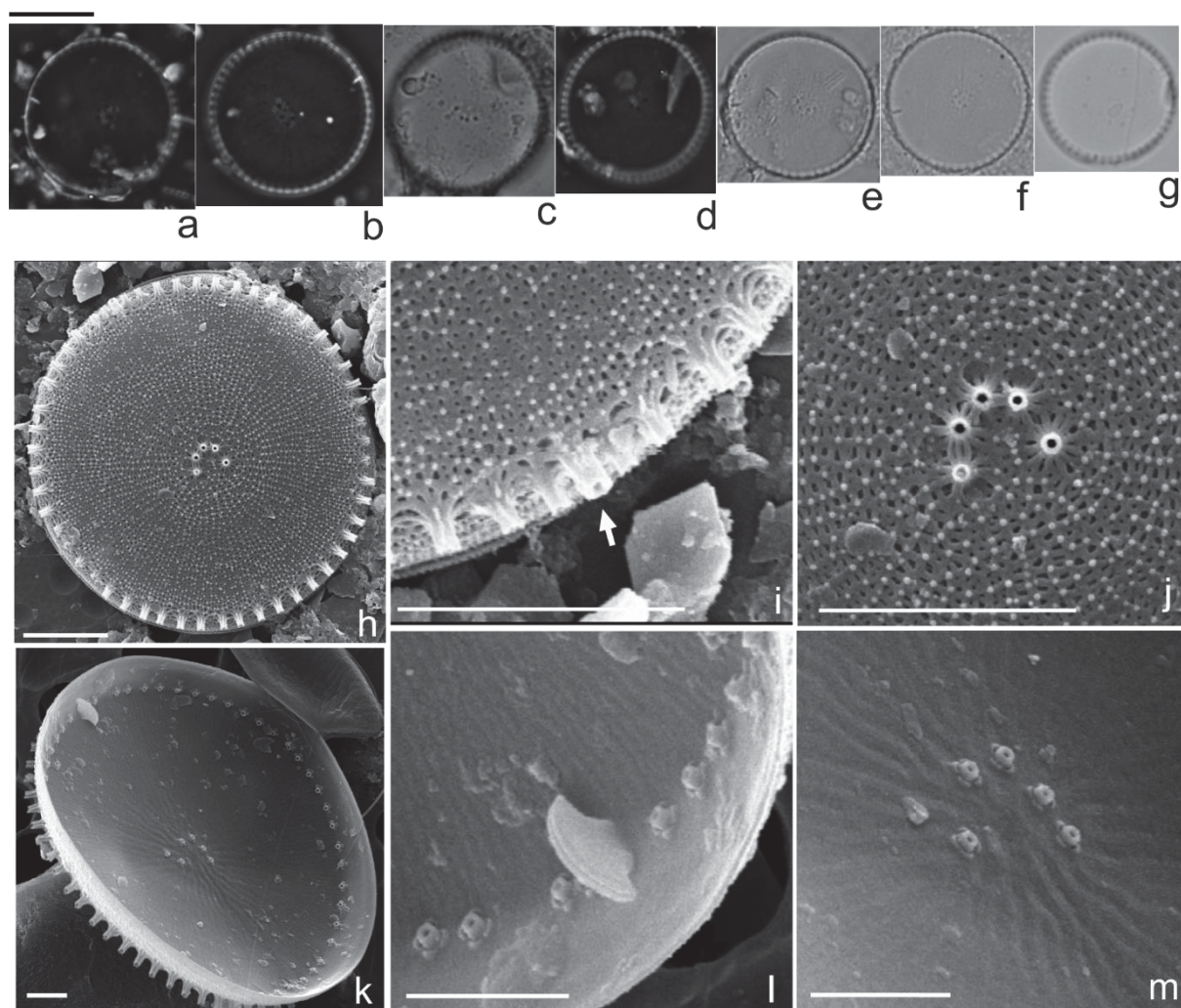
#### **Figura 9. a-m**

Valvas circulares, área central plana; estrias delicadas; fultopórtulas marginais formando um anel na junção superfície valvar-manto; rimopórtula pronunciada interrompendo o anel de fultopórtulas marginais. Diâmetro: 19,8-32 µm, fultopórtulas marginais: 5,5-7,6 em 10 µm; fultopórtulas centrais: 5-6 em 10 µm.

Em MEV a superfície externa da valva apresenta grânulos silicosos (Fig. 9 h-j), aréolas contínuas irregulares; fultopórtulas marginais e centrais apresentam-se como tubos moderadamente alongados ornamentados com costelas (Fig. 9 i-j); rimopórtula com um tubo alongado, um pouco maior que os das fultopórtulas (Fig. 9 k). Em vista interna as fultopórtulas marginais e centrais apresentam-se como pequenos tubos, ornamentado com quatro poros satélite (Fig. 9 l-m). A rimopórtula apresenta-se com uma grande abertura labiada, pedunculada, disposta radialmente (Fig. 9 n).

**Literatura consultada:** Torgan; Santos (2006), Stachura-Suchoples; Williams (2009); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78406, 78408). A espécie ocorreu apenas em riachos, em amostras epilíticas, epifíticas e fitoplanctônicas, com temperatura entre 27,1°C e 30,2°C, pH 6,87 e 8,5 e condutividade 54,5 e 266  $\mu\text{S/cm}$ .





**Figura 9. *Conticribra weissflogii*.** (a-g) Vista da valva em MO. (h-j) Vista externa da superfície valvar, MEV. (k-m) Vista interna da valva, MEV. (h) Vista da valva, superfície valvar com pequenas pontuações dispostas irregularmente; (i) Detalhe da rimopórtula entre duas fultopórtulas marginais. (j) Vista externa das fultopórtulas centrais. (k) Vista interna das aberturas marginais de fultopórtulas e rimopórtula. (l) Detalhe da grande rimopórtula sésil. (m) Vista interna das fultopórtulas centrais ornamentadas por quatro poros de satélite rodeando um tubo curto. Barras de escala: 10 µm (a-g); 5 µm (h-j); 2 µm (k-m).

### 3.1.4 Família Eupodiscaceae Ralfs

#### ***Pleurosira* (Meneghini) Trevisan**

***Pleurosira laevis*** (Ehrenberg) Compère var. ***laevis***, Bacill., v.5, p.177-178, fig. 1-17, 20, 39. 1982.

Basiônimo: *Biddulphia laevis* Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p.335, 339, 368, 410. 1841 (1843).

#### **Figura 10. a-k**

Valvas subcirculares a elípticas; superfície valvar convexa; estrias radiais; aréolas arredondadas; presença de dois ocelos grandes, ovais, localizados marginalmente, opostos um ao outro; uma a duas rimopórtulas localizadas na região submarginal da valva, presença de espinhos espalhados irregularmente na valva. Diâmetro maior: 38,1-45,5 µm, diâmetro menor: 30,9-47,2 µm; 10-14 aréolas em 10 µm.

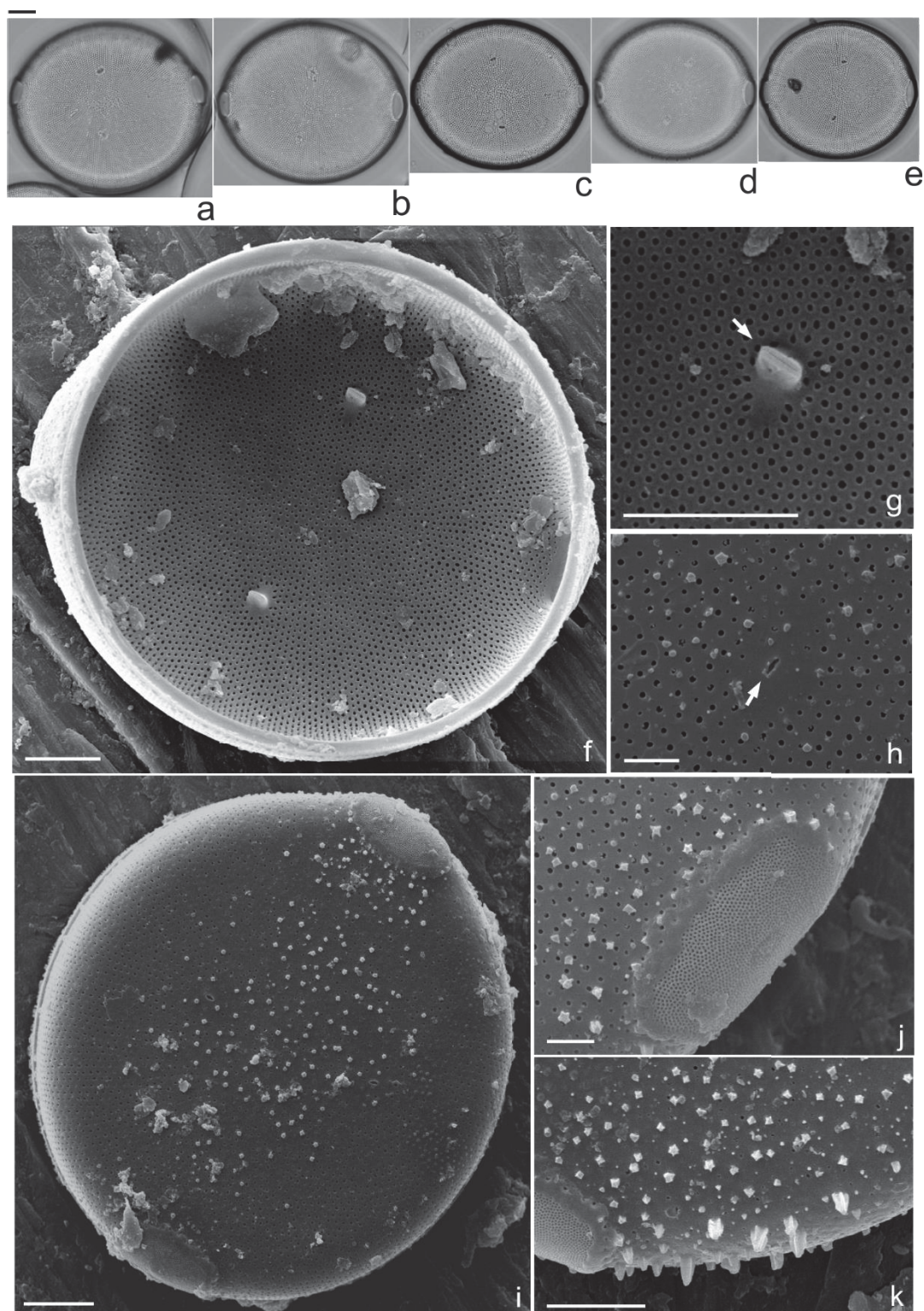
Em MEV a superfície valvar é ornamentada por espinhos “estrelados” (Fig. 10 j) ou de forma irregular (Fig. 10 k), concentrados em maior parte na região central e próximo dos ocelos (Fig. 10 i). Ocelos são contornados por uma área hialina (Fig. 10 j); abertura externa da rimopórtula em forma de fenda (Fig. 9 h); abertura interna sésil, labiada (Fig. 10 g).

**Comentário:** *Pleurosira laevis* var. *paludosa* (Tempère et Peragallo ex Forti) Compère, difere da variedade típica por apresentar rimopórtulas mais próximas da área central de que na região submarginal (COMPÈRE, 1982). *P. socotrensis* (F. Kitton) Compère diferencia-se por apresentar a valva elíptica e estrias dispostas em fileiras radiais somente nas margens valvares e irregularmente arranjadas na região central da valva (LUDWIG et al., 2004; KARTHICK; KOCIOLEK, 2011).

**Literatura consultada:** Compère (1982); Joh (2010); Cavalcante et al. (2013).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403); Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412, 78413).

População registrada principalmente em amostras epilíticas e epifíticas, sendo a temperatura entre 26,1°C e 29,0°C, pH entre 6,63 e 8,3 e condutividade entre 174,3 e 257  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 10. *Pleurosira laevis*.** (a-e) Vista da valva em MO. (f-g) Vista interna valvar, MEV. (h-k) Vista externa da valva, MEV; (g) Vista interna da abertura rimoportular, tubo achatado (seta). (h) Vista

externa da abertura rimoportular. (i) Superfície valvar ornamentada por pequenos espinhos espaçados irregularmente. (j) Detalhe do ocelo marginal. (k) Detalhe dos espinhos da superfície e na margem da valva. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-e; g; i); 5  $\mu\text{m}$  (k); 2  $\mu\text{m}$  (h; j).

### 3.1.5 Família Orthoseiraceae Crawford

#### **Orthoseira** Thwaites

***Orthoseira roeseana*** (Rabenhorst) O'Meara, Proc. Roy. Irish. Acad., v.2, p.255. 1876.

#### **Figura 11. a-h**

Frústula cilíndrica na vista lateral, unida por espinhos delicados (Fig. 11 c) em MO; manto ornamentado por estrias paralelas ao eixo pervalvar, constrição no manto pouco pronunciada (Fig. 10 a-c); superfície valvar levemente ondulada, com pontuações dispersas, estrias radiais areoladas; área central com três carinopórtulas (Fig. 10 e). Diâmetro 8,7-26,4  $\mu\text{m}$ ; altura do manto 25,7–35,6; 15–17 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 18–19 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

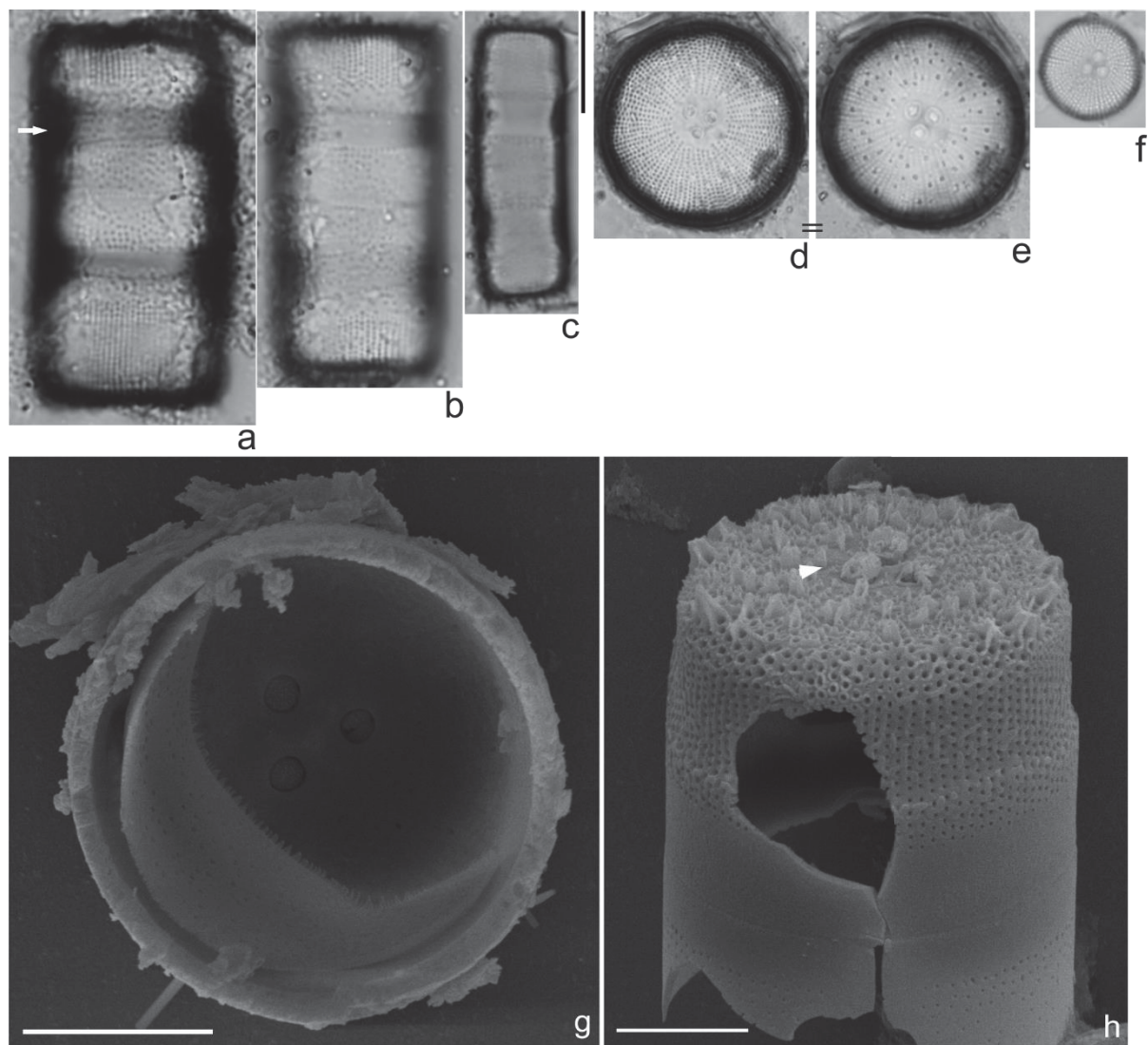
Em MEV: espinhos em formato estrelar ao redor na valva, e alguns dispersos sobre a superfície valvar, aréolas arredondadas, estrias dispostas paralelamente ao redor do manto (Fig. 11 h). Carinopórtulas ocluídas internamente (Fig. 10 g) e externamente (Fig. 10 h).

**Comentário:** Em estudos brasileiros, espécimes de *Orthoseira roesena* foram apresentados por Landucci e Ludwig (2004, fig. 1), Brassac et al. (1999, fig. 29), Ferrari et al. (2007, figs 7, 8) e *O. dendroteres* (Ehrenberg) Genkal et Kulikovskiy foi registrado por Nardelli et al. (2014, fig. 13). Quando comparadas, ilustrações e descrições desses estudos provavelmente correspondem a um único táxon. A delimitação entre *O. dendroteres* e *O. roeseana* é dificultada pela grande variação morfológica de ambos os táxons e sobreposição de caracteres (HOUK, 1993; 2003, SPAULDING; KOCIOLEK, 1998). As populações deste estudo exibiram uma variação morfológica considerável, em termos de diâmetro valvar, sobrepondo-se às características de ambas as espécies. Optamos, então, por aderir ao amplo conceito taxonômico de *O. roeseana* encontrado em Houk (2003). Gargas et al. (2018) comenta a necessidade de mais estudos para resolver a taxonomia e a tipificação de *O. dendroteres* e *O. roeseana*.

**Literatura consultada:** Houk (1993; 2003).



**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397); Ubajara, Sítio São Luis (UPCB 78414). O táxon foi encontrado principalmente em paredões úmidos, associado a briófitas, pH 6,63; temperatura 26,1°C e condutividade 257  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 11. *Orthoseira roeseana*.** (a-f) valvas em LM. (g-h) valvas em MEV. (a-c) vista do cingulo, observar as constrições (seta). (g) Detalhe das carinopórtulas em vista interna, (h) vista externa. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-f); 5  $\mu\text{m}$  (g e h).



### 3.1.6 Família Terpsinoeaceae Ralfs in Pritchard

#### **Terpsinoë Ehrenberg**

***Terpsinoë musica*** Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p.425, pl.3, fig.IV.1, pl.3, fig. VII.30. 1841 (1843).

#### **Figura 12. a-z**

Frústulas retangulares em vista lateral, com septos transapicais que lembram notas musicais e pseudosepto curto próximo à borda do manto valvar; valvas bipolares, alongadas, geralmente com três ondulações marginais de tamanho quase igual, valvas menores com uma ou duas ondulações marginais (Fig. 11 q–u); extremidade apical rostrada a subcapitada com pseudo-ocelo; costelas transapicais entre cada ondulação e próximo às extremidades da valva (menos desenvolvidas); aréolas grossas dispostas irregularmente na superfície da valva; uma a três rimopórtulas subcentrais, localizadas na região da ondulação central. Comprimento 61,7–137,9  $\mu\text{m}$ ; largura 32,8–42,2  $\mu\text{m}$ ; altura do manto 74,5–107,9 e 8–10 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV: vista interna mostra pequena rimopórtula em forma de uma fissura (Fig. 11 c); (pode ter se quebrado no processo de montagem), e uma fenda sigmoide ao longo do processo labiado (Fig. 11 d), a vista externa da rimopórtula mostra como uma fenda simples (Fig. 11 e).

**Comentário:** Os espécimes menores são semelhantes a *Terpsinoë petitiana* (Leuduger-Fortmorel) Hendey. Esta espécie foi descrita com base em amostras marinhas da África Ocidental (Leuduger-Fortmorel, 1898), e a principal característica diagnóstica é a presença de apenas uma ondulação na valva. No entanto, Wu (2013) descreveu valvas que apresentavam apenas uma ondulação como espécimes menores em um espectro de tamanho de *T. musica*. Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) registraram frústulas contendo uma ondulação como diferente de *T. musica*, muito embora a fig. 5 na pl. 296 (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007) parece uma forma de transição entre esses táxons. A possibilidade de *T. musica* e *T. petitiana* serem um mesmo táxon é considerável, devido à grande plasticidade fenotípica mostrada na literatura para o gênero *Terpsinoë* (Schmidt, 1812–1899). Essa variação na morfologia e simetria pode ser efeito de redução celular ou formação inicial de células (COX, 2014), com projeções interrompidas em diatomáceas bipolares, por exemplo, como no gênero *Hydrosera* (COX, 2013).

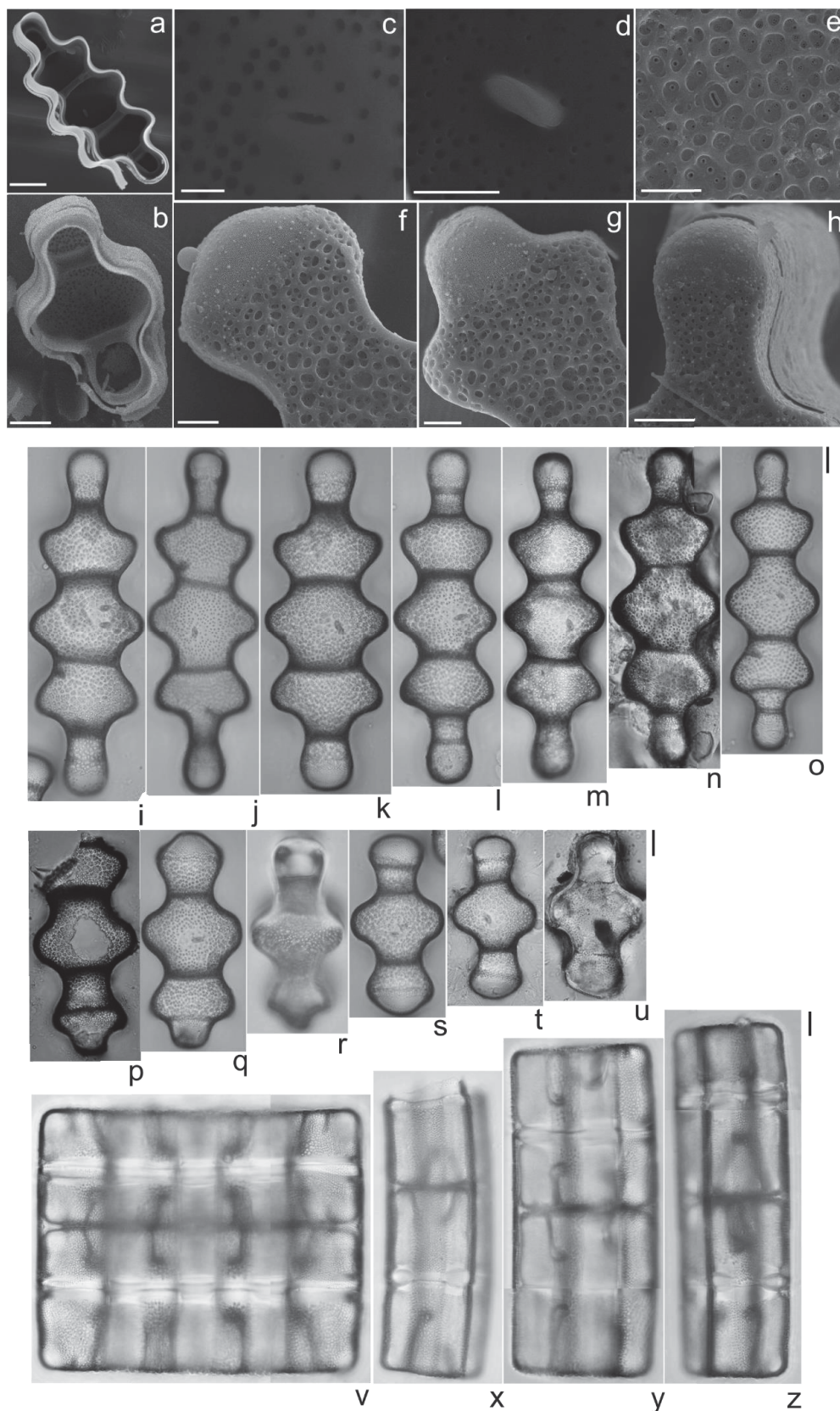
Também, pode estar relacionada a aspectos funcionais, como disponibilidade de nutrientes e adaptação a diferentes ambientes (JIMÉNEZ et al., 2017). Para confirmação taxonômica, estudos sobre sua ecologia e reprodução são necessários. Neste estudo, todos os espécimes de *Terpsinoë* foram encontrados em uma única população e observamos valvas intermediárias entre 1 e 3 ondulações (Fig. 11 i-u). Por essas razões, consideramos a plasticidade fenotípica da população como *T. musica*.

Tuji (2018) descreveu *T. muninensis* Tuji, espécie semelhante à *T. musica*. Mencionando ser uma espécie endêmica para as ilhas oceânicas do Pacífico Norte. O autor usa três argumentos básicos (dois morfológicos e um molecular) para separá-la de *T. musica*. (I) O pseudosepto dos ápices de *T. musica*, na descrição original de Ehrenberg, possui a forma de nota musical. Segundo Tuji (2018), em *T. musica*, os pseudoseptos do ápice são sempre desenvolvidos na vista valvar (Ehrenberg não ilustrou a vista valvar do seu táxon, apenas vista lateral). Em *T. muninensis*, os pseudoseptos dos ápices são fracamente silicificados, interrompidos, portanto, não formam a nota musical. Este é o principal argumento morfológico, mas não convence para separação de uma espécie com grande plasticidade fenotípica. O material do Ceará, por exemplo, tem pseudoceptos bem marcados (desenvolvidos) (Fig. 12 l, m), menos desenvolvidos (Fig. 12 i-k, n), e/ou não são visíveis (Fig. 12 x-z). Da mesma forma, as ilustrações de Jiménez et al. (2017) apresentaram pseudoseptos bem desenvolvidos (figs 8 e 11), e não desenvolvidos (fig. 10). (II) *T. musica* tem uma ondulação marginal mediana maior do que as demais, enquanto em *T. muninensis* são todas de igual tamanho. Essa diferença também é muito sutil e variável entre as populações (JIMÉNEZ et al., 2017). (III) A filogenia apresentada por Tuji possui um único indivíduo considerado *T. musica* e dois indivíduos, de diferentes localidades, considerado *T. muninensis*. Oito pares de bases do gene 18S e 10 pares de bases do gene rbcL, tais diferenças foram utilizadas para afirmar a existência de dois táxons. No entanto, mais alguns representantes do gênero *Terpsinoë* possuem sequências depositadas no GenBank (*T. muninensis* MG763886.1, MG763887.1; *T. americana* KJ577909.1; *T. musica* HQ912546.1, MN917223.1), que supostamente deveriam ter sido incluídas na análise de Tuji (2018) para obter um resultado um pouco mais robusto sobre a filogenia do gênero. A análise apresentada por Tuji (2018) não permite dados conclusivos para manter a espécie *T. muninensis* separada de *T. musica*. Novos

estudos devem abordar essa questão taxonômica sobre a variabilidade morfológica e filogenética molecular das duas espécies. Por enquanto, nossa população se enquadra no conceito de *T. musica*, que também é o nome válido mais antigo e, portanto, mais estável taxonomicamente.

**Literatura consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot; García-Rodríguez (2005); Jiménez et al. (2017).

**Material examinado:** Ipu, Bica do Ipu (UPCB: 78396). Populações encontradas em perifíton de amostras subaéreas úmidas, associadas a briófitas, pH 6,63; temperatura 26,1°C e condutividade 257 µS/cm.



**Figura 12. *Terpsinoë musica***, valvas em MEV (a-h); valvas em SEM, (i-z) valvas em LM. (a-b) vista interna da valva da valva, observe os septos; (c) vista interna da rimopórtula, valva com menos ondulações; (d) Vista interna da rimopórtula, valva com três ondulações (e) vista externa da rimopórtula; (f-g) ápice da valva (com menos ondulações); (h) ápice da valva (com três ondulações); (v-z) vista da cintura. Barras de escala: 20  $\mu$ m (a), 10  $\mu$ m (b, h, i-z), 5  $\mu$ m (d-g), 2  $\mu$ m (c).

### 3.1.7 Família Euntotiaceae Kützing

#### ***Actinella* Lewis**

***Actinella curvatula*** Kociolek, in Jahn et al., Studies on diatoms, p.151-152, figs 78-82, 104-108. 2001.

#### **Figura 13. a-g**

Frústula retangular alongada em vista lateral, com ápices em plano diferente da região mediana, devido ao arqueamento da valva; valvas heteropolares; margem ventral côncava e margem dorsal convexa com espinhos (Fig. 13 c, f); extremidades apicais dilatadas, capitadas, com margem levemente côncava e projeção apical aguda; bases destacadas, atenuado-arredondada; nódulos terminais distintos, afastado das extremidades; estrias transapicais paralelas; um espinho proeminente no ápice e outro menor na base, em cada valva (Fig. 13 a). Comprimento: 66.1-97.9 µm e largura: 4.9-5 µm; largura do manto: 6 µm e 15 -17 estrias em 10 µm.

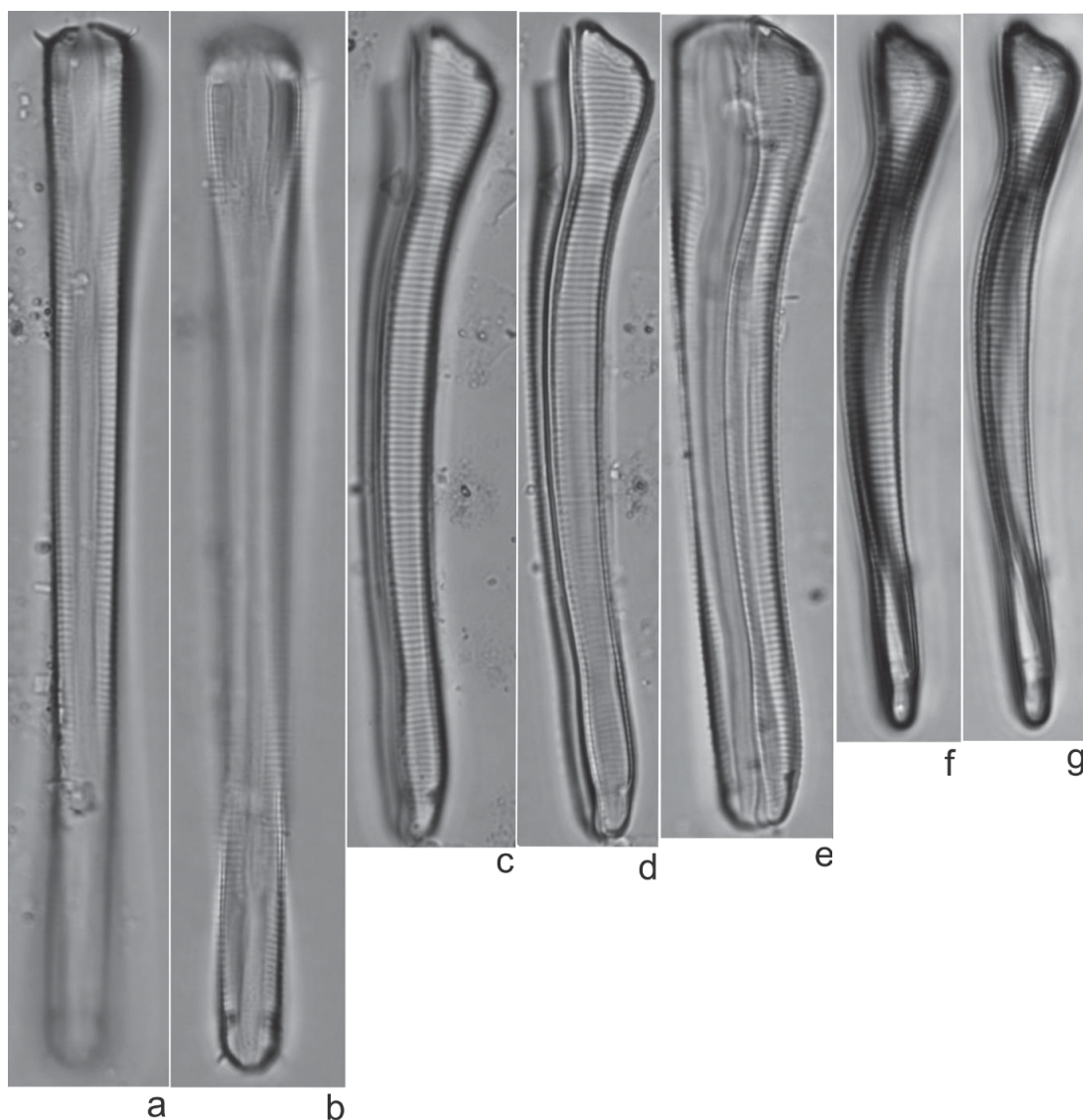
**Comentário:** A população descrita enquadra-se na circunscrição apresentada na obra original (Kociolek et al., 2001, fig. 104-106) e nas descrições de Ferrari et al. (2007) e Canani et al. (2018), com base em material da Amazônia brasileira. A presença dos espinhos maiores no ápice e menores na base é apresentada na literatura também para *Actinella gracilis* Kociolek (Melo et al. 2010), e para *Actinella lima* Kociolek (Kociolek et al., 2001). No entanto *A. curvatula* difere de *A. gracilis* e *A. lima* pois estas apresentam ápices menos dilatados e convexidade dorsal menos pronunciada (KOCIOLEK et al., 2001; CANANI et al., 2018).

*Actinella curvatula* é registrado pela primeira vez para o Nordeste, apresentando registros anteriores apenas para a região da Amazônia (Kociolek et al. 2001, Metzeltin; Lange-Bertalot et al. 2007, Ferrari et al. 2007, Canani et al. 2018) e um registro no Centro-Oeste (Silva et al. 2011, como “*A. curvata*”)

**Literatura consultada:** Kociolek et al. (2001); Ferrari et al. (2007), e Canani et al. (2018).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397). Encontrada em ambiente de cachoeira, amostra epifítica. Sem dados abióticos.





**Figura 13. *Actinella curvatula*.** (a-b) Vista lateral. (c-g) vista valvar. MO. Barra de escala: 10 µm.

### ***Eunotia* Ehrenberg**

***Eunotia angustior*** (Grunow) Lange-Bertalot et Tagliaventi, In Lange-Bertalot, *Diatoms of Europe*, v.6, p.51. 2011.

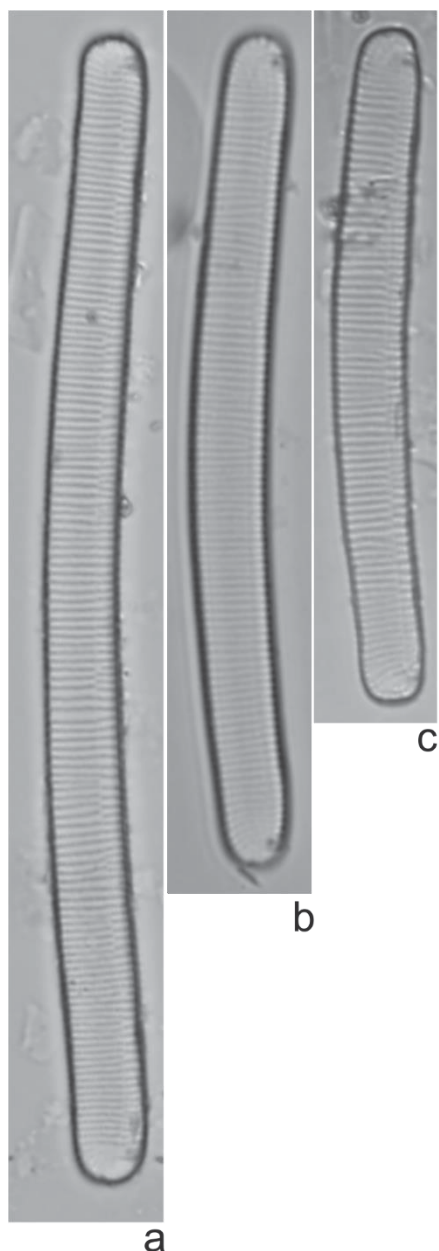
Basinômio: *Eunotia parallela* f. *angustior* Grunow in Van Heurck, *Syn. Diat. Belg. pl. XXXIV*: fig. 16. 1881.

### **Figura 14. a-c**

Valva dorsiventral, quase paralela; margem dorsal sutilmente convexa; margem ventral sutilmente côncava; paralelas entre si; extremidade apical arredondada truncada, não destacadas do corpo valvar; estrias transapicais paralelas, moderadamente radiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 52,2–88,4 µm; largura 5,6–5,8; 15–16 estrias em 10 µm.

**Comentário:** O táxon cearense assemelha-se com as ilustrações de Lange-Bertalot et al. 2011 (fig. 204: 6-8), e ao exemplar brasileiro de Dunck et al. (2016, fig. 2 g) para *E. angustior*. Neste estudo apresentamos menores dimensões para a espécie (Lange-Bertalot et al. 2011, larg. 6-8  $\mu\text{m}$  e Dunck et al. 2016, larg. 6,9-7,1  $\mu\text{m}$ ) e esterno localizado próximo a margem ventral. O exemplar cearense apresenta similaridade morfológica com *E. dacostae* Lange-Bertalot; et Metzeltin, *E. parallela* Ehrenberg. Contudo, a primeira apresenta uma área hialina próxima aos nódulos terminais interrompendo as estrias nesta região e maiores valores métricos (compr. 100-120  $\mu\text{m}$ , larg. 7,5-8  $\mu\text{m}$  e 13-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ) (Metzeltin; Lange-Bertalot, 1998), e a segunda apresenta maior curvatura valvar (Patrick; Reimer, 1966), e ápices mais arredondados (Cavalcante et al., 2014).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414). Amostra epilítica, sem dados abióticos.



**Figura 14. *Eunotia angustior* (a-c) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.**

***Eunotia bilunaris*** (Ehrenberg) Schaarschmidt, in Kanitz; Roman. p.159. 1880.

Basiônimo: *Synedra bilunaris* Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p.87. 1831 (1832).

**Figura 15. a-b**

Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa; margem ventral moderadamente côncava; extremidades apicais arredondadas, mais estreitas do que a região mediana da valva; nódulos terminais distintos localizados nas extremidades do lado ventral; estrias transapicais paralelas e levemente radiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 36,7-56,3  $\mu$ m, largura 4,0-4,2  $\mu$ m e 16-18 estrias em 10  $\mu$ m.

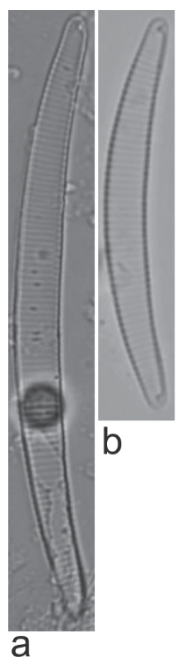


**Comentário:** *Eunotia juettnerae* Lange-Bertalot difere por apresentar maior densidade de estrias (16-19 em 10  $\mu\text{m}$ ) e valvas mais estreitas (2,7-4  $\mu\text{m}$ ) (LANGE-BERTALOT et al., 2011).

Lange-Bertalot et al. (2011) discute a problemática taxonômica sobre este táxon. Os autores afirmam que esse conceito atualmente adotado de *Eunotia bilunaris* provavelmente se trata de um complexo de espécies pseudocrípticas, e que mais estudos precisam ser realizados para resolver a taxonomia deste grupo. Por enquanto, os espécimes deste estudo concordam com o conceito proposto por Lange-Bertalot et al. (2011).

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú/Margem esquerda (UPCB 78408), Rio Acaraú/Fazenda UVA (UPCB 78406). Espécie registrada em amostra epifítica, com temperatura 30,2 °C, pH 6,8 e condutividade 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 15. *Eunotia bilunaris*.** (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia biseriatoidea*** Kobayasi, Ando et Nagumo, Proc. 6th Diat. Symp., p.98, pl.4, figs 27–34. 1981.

#### **Figura 16. a-d**

Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa, margem ventral reta; extremidades apicais atenuado-arredondadas, destacados da valva; nódulos terminais distintos e espessos, localizados no ápice; estrias transapicais paralelas,

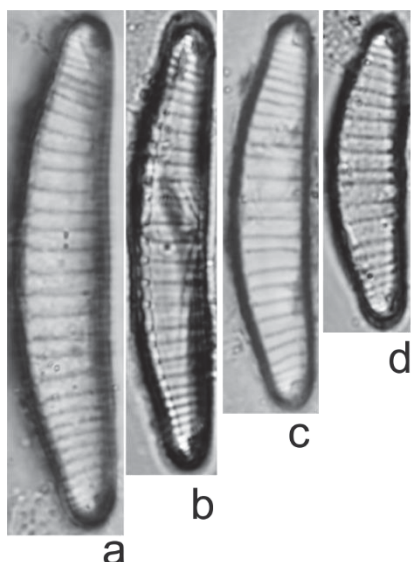
mais espaçadas entre si na região mediana, tornando-se radiadas em direção às extremidades, se tornando mais densas; estrias encurtadas ou não na região mediana dorsal; aréolas inconspícuas. Os espécimes analisados são semelhantes ao material original de *Eunotia biseriatoidea* e aos apresentados por Cavalcante et al. (2014). No entanto, registramos espécimes com menores dimensões do que em Kobaysai et al. (1981) (comp. 37,5-57  $\mu\text{m}$ ; larg. 6,5-9  $\mu\text{m}$ ; e 4-9 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ) e em Cavalcante et al. (2014) (comp. 44,3-69,7  $\mu\text{m}$ ; larg. 7,6-10,7  $\mu\text{m}$  e 5-7 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ). O material original endêmico do Japão, difere do cearense pelas extremidades valvares mais protraídas e nódulos mais distantes do ápice (KOBAYSAI et al., 1981).

*Eunotia biseriata* Hustedt difere de *Eunotia biseriatoidea* por apresentar valva mais robusta e ápices amplamente redondos e diferenciados da valva (CAVALCANTE et al., 2014). Critério distintivo pode ser o formato valvar e a largura valvar maior, resultando em relação C/L 3,4, de *E. biseriata*, enquanto *E. biseriatoidea* possui formato mais delgado e relação C/L 5,1-6,9. Os espécimes cearenses apresentaram relação C/L 4,0-6,5. No entanto, ao comparar a localização dos nódulos apicais, na população cearense estão localizados na extremidade valvar, enquanto *E. biseriata* e *E. biseriatoidea* são localizados distante das extremidades. Comprimento 23,5-39,2  $\mu\text{m}$ , largura 6,3-7,3  $\mu\text{m}$ , 7-8 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

Outro táxon similar é *E. sparsistriata* Mayama, considerando o contorno valvar, localização dos nódulos e densidade de estrias, mas difere no comprimento e, principalmente, na largura valvar (comp. 39-91  $\mu\text{m}$ , larg. 9,5-13  $\mu\text{m}$ ), além de não apresentar depressões deltóides (Mayama, 1993). A análise de mais populações poderia levar a conclusões mais exatas sobre a coespecificidade entre *E. biseriatoidea* e *E. sparsistriata*.

**Literatura consultada:** Cavalcante et al. (2014); Kobayasi et al (1981).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB: 78396). População encontrada em perifíton de amostras subaéreas úmidas, associadas a briófitas, pH: 6,63; temperatura: 26,1°C e condutividade: 257  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 16. *Eunotia biseriatooides*.** (a-d) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia botulitropica*** Wetzel et Costa, in Costa et al., Bibl. Diatomol. v.64, p.14, pl. 58: figs 11-46; pl. 59: figs 1-3; pl. 61: figs 1-3. 2017.

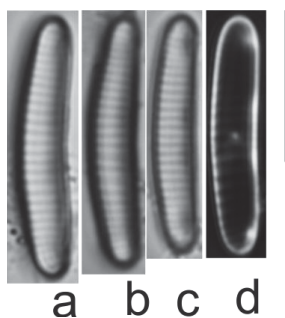
#### **Figura 17. a-d**

Valvas dorsiventrais, margem ventral reta a sutilmente côncava, margem dorsal fracamente convexa; extremidades apicais arredondadas, não destacados da valva; estrias transapicais paralelas em todo contorno valvar; nódulos apicais indistinto ou próximo aos ápices. Comprimento 15,8-16,7  $\mu$ m; largura 2,6-3,1  $\mu$ m; 17-18 estrias em 10  $\mu$ m.

**Comentário:** *E. botuliformis* Wild, Nörpel et Lange-Bertalot apresenta maior densidade de estrias (15-22), e ápices obtusamente arredondados (Lange-Bertalot et al., 2011, 1993), diferindo-se de *E. botulitropica* que apresenta ápices mais estreitos arredondados (COSTA et al., 2017a).

**Literatura consultada:** Costa et al. (2017a).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397). Amostra epifítica, sem dados abióticos.



**Figura 17. *Eunotia botulitropica*.** (a-d) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia corsica*** Lange-Bertalot et Roland Schmidt in Lange-Bertalot et al., *Diatoms of Europe*. pl.2: figs 1-8; pl. 3: figs 1-6. 2011.

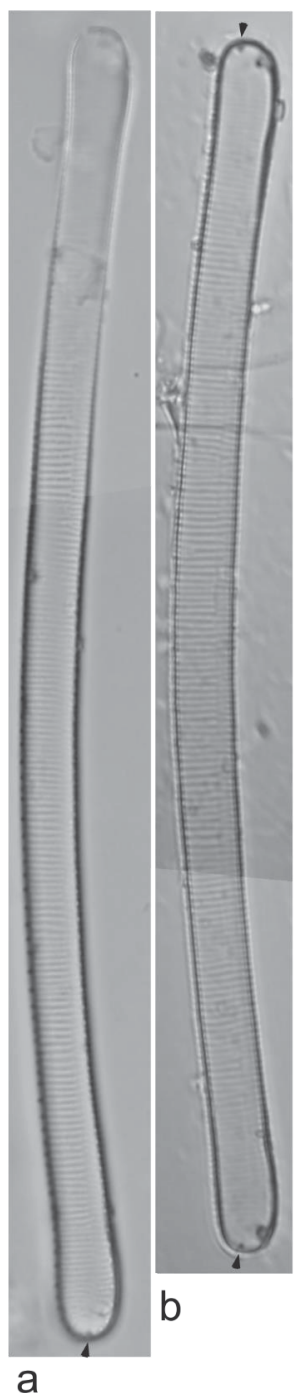
**Figura 18. a-b**

Valvas dorsiventrais, levemente arqueadas; margem dorsal e ventral paralelas; com espinhos conspícuos; extremidades apicais infladas arredondadas; sutilmente se destacando da valva; nódulos terminais localizados nos ápices; rafe levemente inclinada para a região dorsal; estrias transapicais delicadas, paralelas, moderadamente irradiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas; uma rimopórtula em cada extremidade valvar. Comprimento 124,6-135,1  $\mu$ m, largura 5,6-5,8  $\mu$ m, 15-16 estrias em 10  $\mu$ m.

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011).

**Comentário:** *Eunotia. corsica* é semelhante à *E. macedonica* Lange-Bertalot, Pavlov et Levkov. A primeira não apresenta ápices inflados e a valva é geralmente Heteropolar, e em *E. corsica*, a rimopórtula ocorre em ambas as extremidades da valva, uma característica diagnóstica da espécie (LANGE-BERTALOT et al., 2011). Nos dois exemplares da população cearense não é possível ver a rafe estendendo-se na superfície valvar, conforme observado nos exemplares de *E. corsica* em Lange-Bertalot et al. (2011, fig. 2:1-8). Além disso, a população tipo, aparentemente possui uma linha hialina sutil próximo à margem ventral da valva (fig. 2:1-8). Mais análises da população em MEV devem ser realizadas para confirmação do táxon.

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414). Sem dados abióticos.



**Figura 18. *Eunotia corsica*.** (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia crassuloides*** Glushchenko, Kulikovskiy et Kociolek, in Glushchenko et al., Beih. Nova Hedwigia v.147, p.84, figs 123-128. 2018.

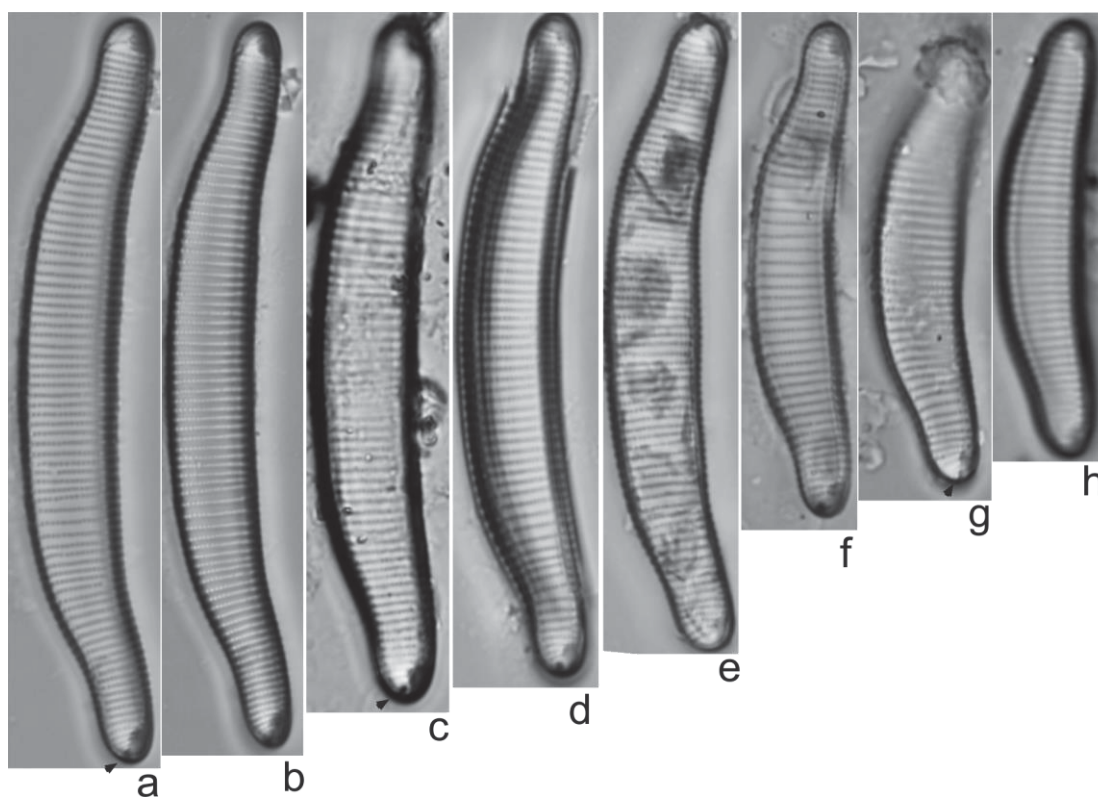
**Figura. 19 a-h**

Valva dorsiventral, moderadamente arqueada; margem dorsal convexa, margem ventral moderadamente côncava nos ápices e reta na região mediana da valva; extremidades apicais alongadas subcaptadas, arredondadas, destacadas da

valva; nódulo terminal distinto, localizados bem próximo ao ápice; estrias transapicais paralelas em todo contorno valvar; aréolas arredondadas; rimopórtula localizada em uma das extremidades apicais (seta)(Fig. 19a-c). Comprimento 35,7-59,4  $\mu\text{m}$ ; largura 6,7-8,0  $\mu\text{m}$ ; 12-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 18-21 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Eunotia soleirolli* difere por apresentar os nódulos apicais distantes dos ápices (LANGE-BERTALOT et al., 2011). *Eunotia xystriformis* Manguin é semelhante no contorno valvar, mas difere nos ápices, os ápices em nossa população são arredondados, enquanto *E. xystriformis* são em formato nasiforme, difere também em relação a largura valvar (11-15  $\mu\text{m}$ ) (COSTA et al., 2017a). Lembra também *Eunotia inspectabilis* Metzeltin et Lange-Bertalot, mas difere por apresentar os nódulos mais distantes dos ápices e valvas mais arqueadas (Costa et al., 2017).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396). Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399) e Rio Acaraú (UPCB 78406). Tapuruaba, Pedra da Andorinha/Espelho D'água (UPCB 78402). Catunda, Açude do Celso (UPCB 78410). Material encontrado no epilítton e principalmente no epifítton, pH entre 6,68 e 7,8; temperatura 30 °C e condutividade entre 195 e 210  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 19.** *Eunotia crassuloides* (a-h) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .



***Eunotia crista-galli*** ('Crista Galli') Cleve, Acta Soc. Fauna Flora Fenn. v.8, p.2, 57, pl. III, fig. 12. 1891.

### Figura 20

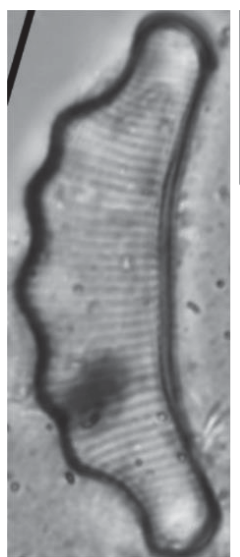
Valva dorsiventral; margem dorsal convexa com 5 ondulações, margem ventral côncava; extremidades apicais prolongado-arredondadas maior que as ondulações, destacadas da valva; nódulo terminal indistinto; estrias paralelas e sutilmente radiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 30  $\mu\text{m}$ , largura 8  $\mu\text{m}$  e 16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Eunotia acuticrenulata* Metzeltin et Lange-Bertalot difere por apresentar a região ventral quase reta e não côncava, e pela maior amplitude valvar (Comp.: 33-45  $\mu\text{m}$ ; larg.: 10-13  $\mu\text{m}$ ) e menor densidade de estrias (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007). *Eunotia diadema* Ehrenberg possui 6 ondulações constantes e bastante distintas, valvas mais convexas, e maior amplitude valvar (comp. 32-70  $\mu\text{m}$ ; larg. 16-24  $\mu\text{m}$ ) (LANGE-BERTALOT et al., 2011, METZELTIN et al., 1998).

Em *E. tetraodon* Ehrenberg, as valvas são mais arqueadas, e a margem dorsal possui 4 ondulações constantes, pontiagudas bem distintas (Lange-Bertalot et al., 2011).

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991); Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78417). Táxons registrados em amostra epifítica, sendo a temperatura 22,9°C, pH 6,6 e condutividade 73,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 20. *Eunotia crista-galli*.** (a) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia dacostae*** Lange-Bertalot et Metzeltin, Iconogr. Diatomol. v.5, p.56, pl.50, fig.5-6. 1998.

### Figura 21

Valva dorsiventral, margem dorsal moderadamente convexa; margem ventral côncava, paralelas; extremidades arredondadas e não destacadas do corpo valvar; estrias paralelas, radiadas nas extremidades, interrompidas, formando uma área hialina a partir dos nódulos terminais; aréolas inconspícuas. Comprimento 72,2 µm; largura 5,4 µm e 18 estrias em 10 µm.

**Comentário:** O exemplar cearense possui menor largura valvar, em relação à amplitude métrica original (Lange-Bertalot; Metzeltin 1998 - comp. 100-120 µm, larg. 7,5-8 µm). Entretanto, as demais características, tais como curvatura valvar, e a área hialina linear próxima aos nódulos terminais (ver Lange-Bertalot; Metzeltin 1998, fig. 50:5-6) são bastante características de *E. dacostae*. Táxons semelhantes, como *Eunotia parallela* Ehrenberg e *E. angustior* (Grunow) Lange-Bertalot et Tagliaventi, possuem maior curvatura valvar e ausência da área hialina linear próxima aos nódulos terminais (LANGE-BERTALOT et al. 1998; TREMARIN et al., 2008). Além disso *E. angustior* apresenta menor densidade de estrias (9-12 em 10 µm), e é uma espécie com menores dimensões (compr. 50-95 µm, larg. 6-8 µm) (Lange-Bertalot; Metzeltin 1998), comparando-se com *E. dacostae* (compr. 100-120 µm, larg. 7,5-8 µm e 13-14 estrias em 10 µm). Entretanto, há menores valores registrados no rio Guaraguaçu, Paraná, em população documentada por Tremarin et al. (2008) (compr. 66,3-143,5 µm; larg. 6,3-7,8 µm; 14-20 estrias em 10 µm) e identificada como *E. dacostae*, a qual coincide melhor com as dimensões de nosso material (exceto na largura valvar), além das características diagnósticas da espécie.

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et Metzeltin (1998), Tremarin et al. (2008).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414). Amostra epilítica, sem dados abióticos.



**Figura 21. *Eunotia dacostae*.** (a) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia didyma*** Hustedt ex Zimmerman, Broteria, Serie Botanica, v.13, n.1-2, p. 51-52, pl. 5, figs 4-6, pl. 6, fig. 13. 1915.

**Figura 22. a-n**

Valvas dorsiventrais, margem dorsal moderadamente convexa com duas ondulações pronunciadas ou pouco pronunciadas, margem ventral moderadamente côncava; intumescência mediana presente em ambos os lados da valva na maioria dos exemplares (Fig. 22 a-c); extremidades apicais cuneadas, alongadas, as vezes mais pronunciadas; nódulos terminais conspícuos nas extremidades apicais; estrias transapicais paralelas, tornam-se levemente radiadas à medida que se aproximam das extremidades. Comprimento: 41,4-171,6; largura mediana 10,3-14,3; largura na ondulação próxima ao ápice: 12,8-14,4  $\mu$ m; 10-14 estrias em 10  $\mu$ m; 19-20 aréolas em 10  $\mu$ m.

Em MEV observa-se uma rimopórtula presente em cada extremidade, no eixo apical da superfície valvar, inclinada em relação à helictoglossa. Vista externa não observada.

**Comentário:** *Eunotia didyma* possui certa variabilidade morfológica, com dois grupos distintos. O primeiro apresenta uma intumescência na região mediana e valvas mais alongadas, no segundo a valva é menos alongada e a intumescência está ausente (PATRICK, 1940a; ZIMMERMANN, 1915; A. SCHMIDT, 1913, METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). Os exemplares menores da população cearense (Fig. 22 d-i) assemelham-se à variedade típica da espécie ilustrada por Hustedt em A. Schmidt (1913, pl. 285, fig. 19-22), Patrick (1940b, pl. 8, fig. 21); Metzeltin et al. (1998, pl. 18, fig. 1-9) e Costa et al. (2017, pl. 94, fig. 1-8). Os outros morfotipos (Fig. 22 a-c) com valvas mais alongadas e intumescência mediana assemelham-se a *E. didyma* var. *claviculata* Hustedt ilustrada por Patrick (1940b, pl. 8, fig. 25-27), no entanto diferem das ilustrações de Zimmermann (1915, pl. VI, fig. 5) para o mesmo táxon, em relação aos ápices serem menos pronunciados e mais alongados na ilustração de Zimmermann. Nossa população parece estar mais relacionada a *E. didyma* var. *elongata* seguindo as ilustrações de Hustedt em A. Schmidt (1913, pl. 285, fig. 15), Zimmermann (1915, pl. V, fig. 1), e Patrick (1940, pl. 8, fig. 29) para esta variedade.

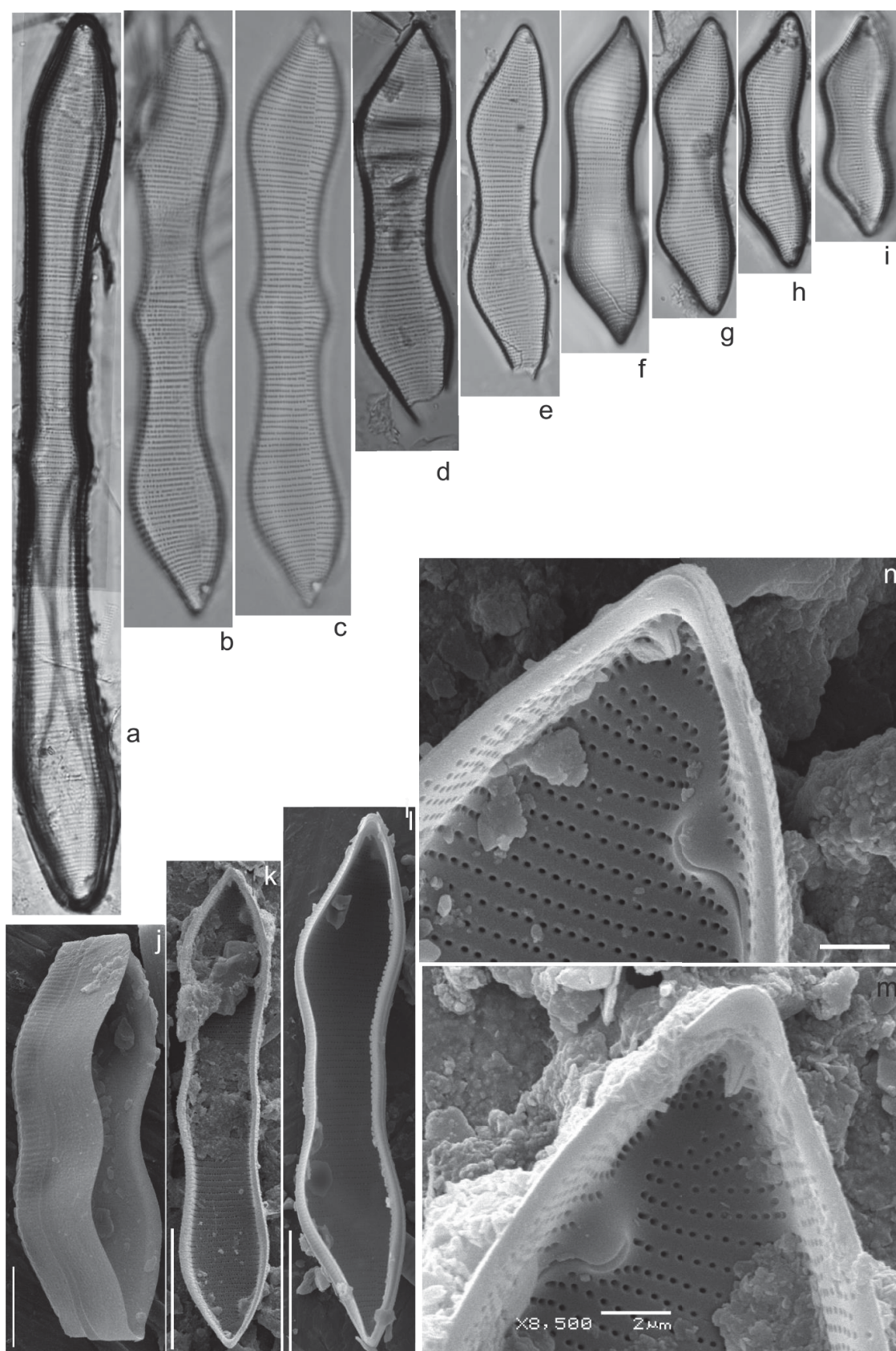
Metzeltin; Lange-Bertalot (1998) propõem combinações para as variedades de *Eunotia didyma*, no qual *Eunotia elongata* Metzeltin et Lange-Bertalot, *Eunotia neomundana* Metzeltin et Lange-Bertalot e *E. coringii* Metzeltin et Lange-Bertalot, podem estar relacionadas a nossa população. No entanto, *E. elongata* apresenta os ápices mais alongados e pouco pronunciados, o que difere da população cearense, exceto pelas figs. 3-4 (pl. 20), que são similares. *E. neomundana* (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998), difere por apresentar ápices mais compactos e arredondados e não alongados e pontiagudos como observado em nosso estudo. *E. coringii*, apesar de similar aos nossos espécimes com intumescência central, difere pelos ápices serem menos pontiagudos e menos voltados para o lado ventral, sendo a extremidade apical levemente mais central (exceto pela fig. 2). O mesmo ocorre com *Eunotia didyma* var. *media* Hustedt, sinônimo de *E. coringii*, ilustrada em Frenguelli (1933). Nas amostras cearenses, os táxons encontrados no rio Quatiguaba (Fig. 20 b, d, f) apresentam ápices mais agudos; na fazenda UVA/córrego temporário (Fig. 20 a) e na fazenda UVA/ rio Acaraú (Fig. 20 e, g-i), os

exemplares são agudos moderadamente arredondados. Patrick (1940b) comenta que essa espécie apresenta ampla variabilidade morfológica em seu estudo com amostras do Ceará. Devido à grande variabilidade morfológica registrada, optamos por considerar a população cearense como *E. didyma* var. *didyma* como apresentado também em trabalhos brasileiros (e.g. Oliveira et al., 2012; Bicca et al., 2011 e Costa et al., 2017).

**Literatura consultada:** Costa et al. (2017), Metzeltin et al. (1998).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Massapê, Fazenda Uva/Córrego temporário (UPCB 78399); Massapê, Fazenda Uva/Rio Acaraú (UPCB 78405); Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412), dados ecológicos do último ponto: pH: 7,93; Temperatura: 29,0°C; condutividade: 174,3 µS/cm.





**Figura 22. *Eunotia didyma*.** (a-i) Vista valvar, MO. (j-m) Vista valvar, MEV. (m-n) extremidades apicais, detalhe da helictoglossa e rimopórtulas em ambos os ápices. Barra de escala: 2 μm (m-n), 10 μm (a-i), 20 μm (j-l).

***Eunotia georgii*** Metzeltin et Lange-Bertalot, in Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.5, p.61, pl.41, figs 1–7, pl. 42, figs 7, 8. 1998.

### **Figura 23. a-k**

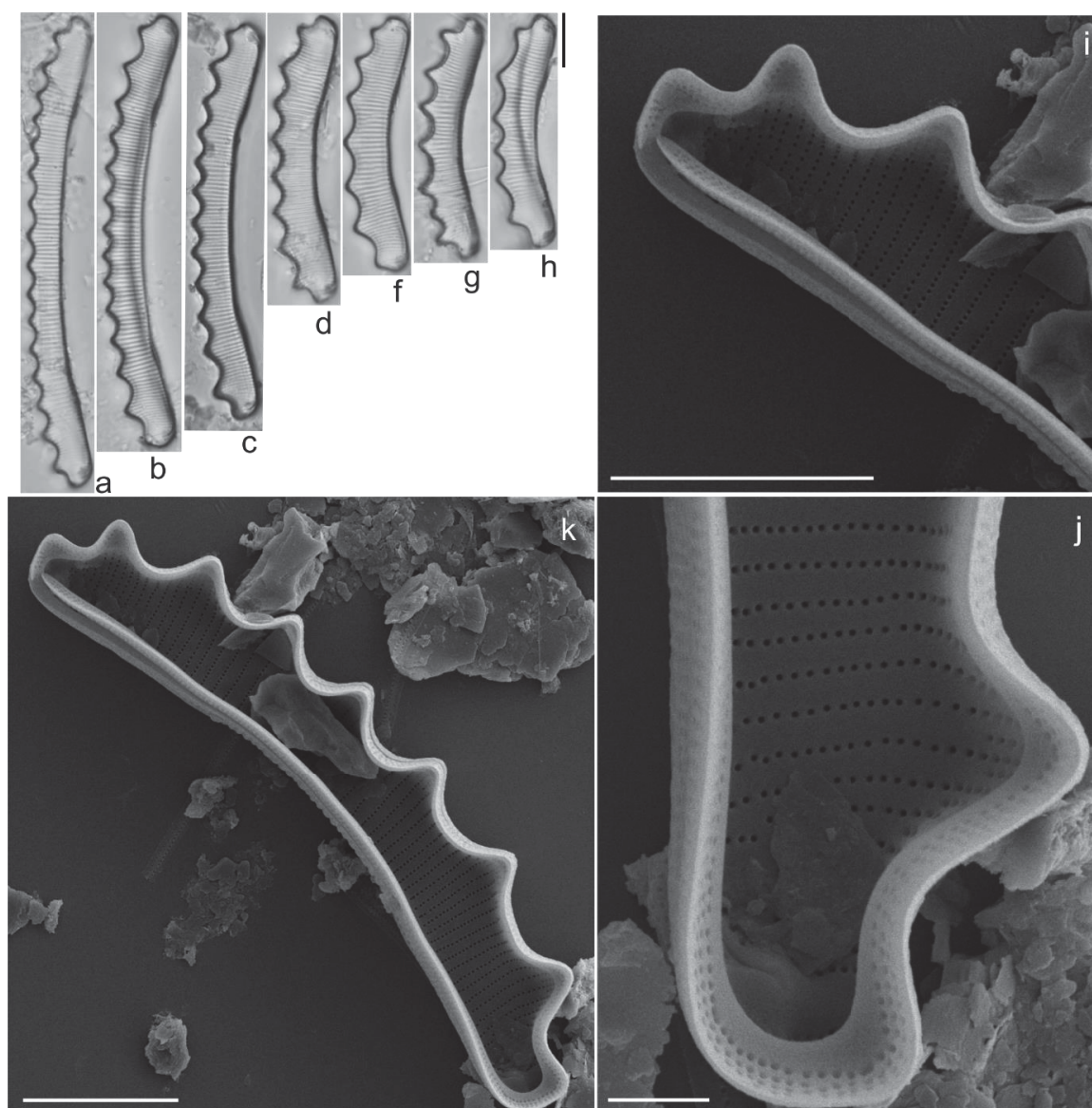
Valvas com margem dorsal convexa, com 6-12 ondulações; margem ventral côncava; extremidades apicais rostrado-arredondadas; nódulos terminais distintos, próximo do ápice; estrias transapicais paralelas a levemente radiadas em direção aos ápices; aréolas inconspícuas. Comprimento: 42,3-86,1  $\mu\text{m}$  e Largura: 6,4-9,6  $\mu\text{m}$ ; 6-16 ondulações e 12-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV, vista interna da valva, estrias paralelas com aréolas arredondadas, as vezes apresentando estrias mais curtas na margem dorsal (Fig. 23 h; j). Rimopórtula pequena localizada no lado oposto da helictoglossa (Fig. 23 i).

**Comentário:** O táxon apresentou uma maior variação no comprimento do que os já descritos na literatura (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; FERRARI et al., 2007). *Eunotia georgii* assemelha-se a *E. muelleri* F. Hustedt, o segundo difere por apresentar extremidades apicais mais arredondadas e a rafe pode estender-se por quase todo o ápice alcançando o manto (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). *Eunotia serra* Ehrenberg também é semelhante, mas difere por apresentar valvas mais largas (12-18  $\mu\text{m}$ ) (SIVER; HAMILTON, 2011).

**Literatura consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot (1998); Ferrari et al. (2007).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414) e Bica Sr Helder (UPCB 78415). A espécie foi encontrada em ambiente subsumido, no epilíton em área de vazamento (Bica). Sem dados químicos.



**Figura 23. *Eunotia georgii*.** (a-g) Vista valvar, MO. (h-j) Vista interna da valva, MEV. (i) detalhe da rimopórtula (seta). (j) Detalhe da terminação da rafe em helictoglossa. Barra de escala: 10  $\mu$ m (a-i), 2  $\mu$ m (i).

***Eunotia gustavoi*** Costa, in Costa et al., Bibl. Diatomol. v.64, p.25, pl.34: figs 1-7; pl. 35: figs 1-10; pl. 36. 2017.

#### Figura 24

Valvas dorsiventrais, margem ventral levemente côncava, reta na região mediana; margem dorsal convexa; extremidades apicais moderadamente alongada arredondada, não destacados da valva, apenas leve constrição no lado dorsal; estrias transapicais paralelas em todo contorno valvar; nódulos apicais distintos, localizados nos ápices; fissura da rafe curta levemente encurvada do manto em

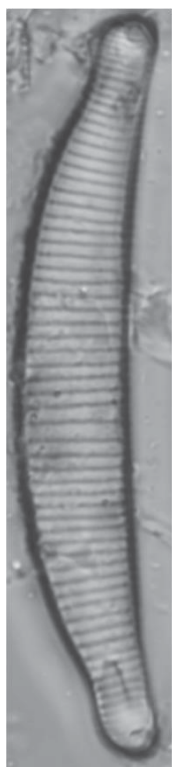


direção à face valvar, visível; aréolas inconspícuas em MO. Comprimento 56,5 µm; largura 8,6 µm; 11 estrias em 10 µm.

**Comentário:** Nosso táxon assemelha-se morfologicamente à *Eunotia minor* (Kützinger) Grunow, em relação ao contorno valvar e as medidas morfométricas (comp. 16-62 µm; largura 4-8 µm), mas difere por apresentar nódulos terminais mais ou menos próximos as extremidades e estrias comumente espaçadas de maneira bastante desigual pela superfície valvar, e por apresentar ápices menos pronunciados fig. 159: 1-11 (LANGE-BERTALOT et al. 2011). Os autores apresentam uma discussão acerca da problemática taxonômica dessa espécie e enfatizam que investigações sobre esse complexo de espécies é necessário. *E. longicollis* Metzeltin et Lange-Bertalot difere em relação aos ápices visivelmente mais alongados (METZELTIN, LANGE-BERTALOT, 1998; OLIVEIRA et al. 2012; COSTA et al. 2017a). *E. gustavoi* Costa é a espécie mais próxima do espécime cearense em relação aos ápices alongados e arredondados, nódulos apicais evidentes nas extremidades, e pelas medidas (comp. 19,9-63 µm, larg. 4,5-11,9 µm; 12-17 estrias em 10 µm). Todavia podemos observar na população de Costa et al. (2017), onde a espécie é proposta, que os ápices são sempre retos na margem ventral (fig. 31:17; fig. 35:1-10), e o táxon cearense é quase reto apenas na região mediana. A ausência de uma população para comparar a variação morfológica, e ilustração em MEV dificulta a identificação deste táxon com precisão.

**Literatura consultada:** Costa et al. (2017a).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Massapê, Rio Acaraú/Fazenda UVA (78405), amostra episâmica, sem dados abióticos.



**Figura 24. *Eunotia gustavoi*** (a) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia intermedia*** (Krasske ex Hustedt) Nörpel et Lange-Bertalot, Bibl. Diatomol. v.27, p.32. 1993.

Basinômio: *Eunotia pectinalis* f. *intermedia* Krasske ex Hustedt in Rabenhorst's Krypt.-Fl. 7(2): 298, fig. 763 l-o. 1932.

#### **Figura 25. a-g**

Valvas dorsiventrals, margem ventral reta a sutilmente côncava, margem dorsal fracamente convexa; extremidades apicais agudas arredondadas, não destacados da valva; estrias transapicais paralelas em toda superfície valvar; nódulos apicais próximo dos ápices. Comprimento 13,8-48,2  $\mu\text{m}$ ; largura 4,1-6,0  $\mu\text{m}$ ; 15-20 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Neste estudo a Figura 25, apresenta nódulos apicais mais afastados dos ápices, no entanto pode se tratar de uma valva com formação teratológica.

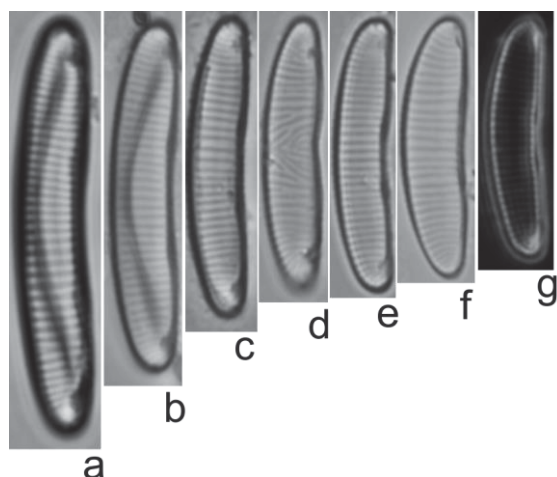
*Eunotia intermedia* apresenta algumas espécies semelhantes, *E. rhomboidea* Hustedt difere por ser frequentemente isopolar (LANGE-BERTALOT et al., 2011). *E. botulitropica* Wetzel et Costa difere por apresentar menores valores morfométricos (comp. 9,2-17,6  $\mu\text{m}$ ; larg. 2,0-3,7  $\mu\text{m}$ ) e ápices menos agudos (COSTA et al., 2017). *E. botuliformis* Wild, Nörpel et Lange-Bertalot apresenta menores valores de largura



(3-3,8  $\mu\text{m}$ ) e ápices obtuso-arredondados (LANGE-BERTALOT et al., 1993) em contraste aos agudo-arredondado da população cearense.

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991); Lange-Bertalot (1993); Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414). Meruoca, Sítio Cachoeira/ponto 1 (UPCB 78419); ponto 3 (UPCB 78417); ponto 5 (UPCB 78418). Amostras epifíticas, pH entre 6,1-7,6; temperatura entre 22,9 °C e 25,0 °C e condutividade entre 31,3 e 70,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 25. *Eunotia intermedia*.** (a-i) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia juettnerae*** Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et al., Diatoms of Europe, v.6, p.127, pl. 26: figs 1-17; pl. 27: figs 1-6. 2011.

#### **Figura 26. a-h**

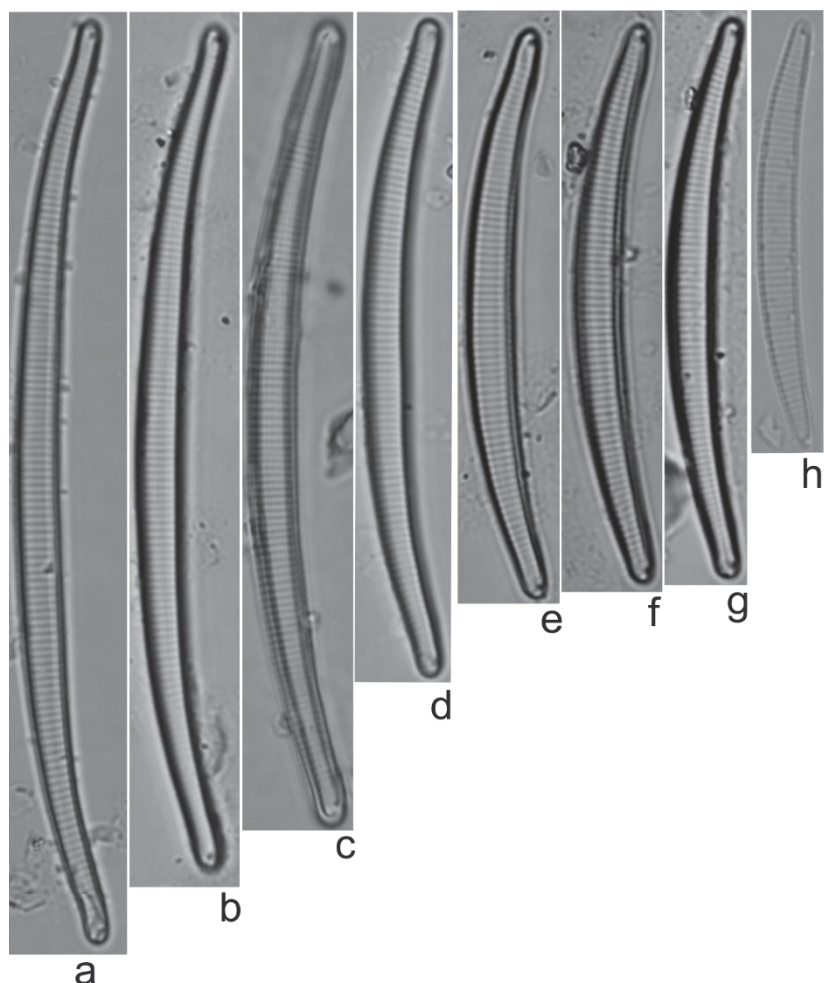
Valvas dorsiventrais, arqueadas; margem dorsal convexa; margem ventral fortemente côncava; extremidades apicais mais estreita que a largura mediana da valva, subcapitadas, ligeiramente prolongado no lado dorsal; nódulos terminais distintos, nódulos polares deslocados da margem ventral para a região mediana dos ápices; fissura terminal da rafe curtas; estrias paralelas, levemente se irradiam em direção as extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 32,9-71,2  $\mu\text{m}$ ; largura 3,0-3,1  $\mu\text{m}$  e 18-20 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentários:** *E. juettnerae* difere de *Eunotia naegelli* Migula por apresentar menor densidade de estrias (17-27/10  $\mu\text{m}$ , Lange-Bertalot et al. 2011 e 21-23/10  $\mu\text{m}$ , Costa et al. 2017a), e menor largura valvar (1,5-3,0  $\mu\text{m}$ , Lange-Bertalot et al. 2011 e 1,9-2,5  $\mu\text{m}$ , Costa et al. 2017a). Outra espécie semelhante seria *E. bilunaris*, mas difere

por apresentar maior largura (3,5-5,5  $\mu\text{m}$ ), menor densidade de estrias (13-17 em 10  $\mu\text{m}$ ) e ápices não estreitos (LANGE-BERTALOT et al., 2011).

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Açude Gangorra (UPCB 78394); Catunda, Açude do Celso (UPBC 78410); Sobral, Rio Acaraú/Margem esquerda (UPCB 78408). Espécie registrada em amostras epifíticas, com temperatura entre 30-32,8°C; pH 7,8 e condutividade 238 e 250  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 26. *Eunotia juettnerae*.** (a-h) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia julma*** Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et al., Diatoms of Europe v.6, p.130, pl.7: figs 1-10. 2011.

#### **Figura 27. a-h**

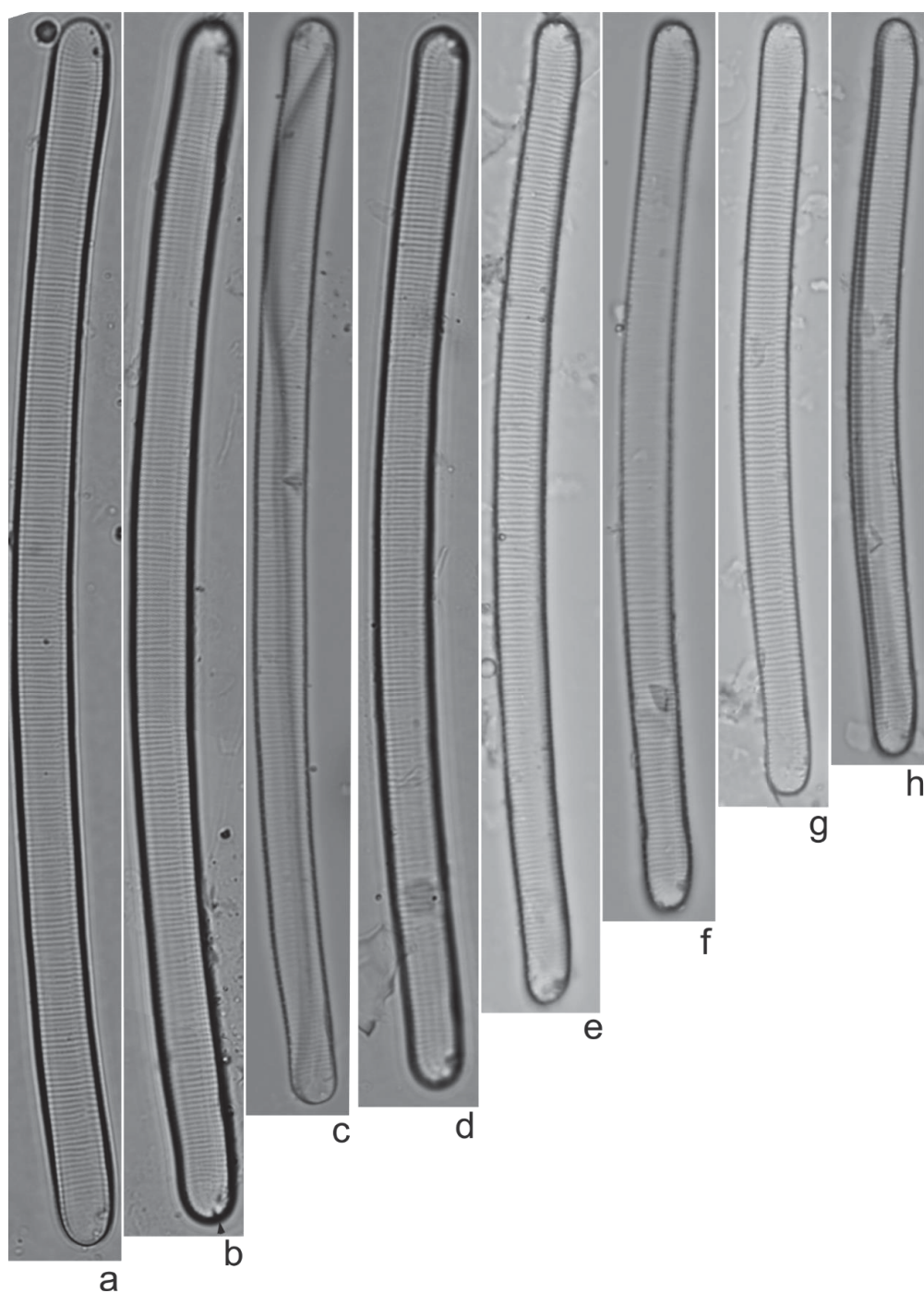
Valvas dorsiventral, levemente arqueada; margem dorsal e ventral paralelas; extremidades apicais arredondadas, sutilmente diferenciadas do corpo valvar; nódulos terminais delicados localizados próximo ao ápice; fissura terminal da rafe

curta; estrias transapicais paralelas em todo o contorno da valva; aréolas inconspícuas; rimopórtula em ambas as extremidades apicais. Comprimento 83-140  $\mu\text{m}$ , largura 6,1-6,5  $\mu\text{m}$ , 15-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011)

**Comentário:** *E. latitaenia* Kobayasi, Ando et Nagumo difere por apresentar menor densidade de estrias (11-14  $\mu\text{m}$ ), menor curvatura valvar e ápices moderadamente destacados da valva (LANGE-BERTALOT et al., 2011). *E. sulcata* Hustedt ex Glushchenko et Kulikovskiy apresenta semelhança em relação ao contorno valvar, mas difere em relação aos menores valores métricos (Comp. 15-69  $\mu\text{m}$ , larg. 5-9  $\mu\text{m}$ , estrias 11-14), e por ser mais arqueada, apresentando os ápices agudamente arredondados (GLUSHCHENKO et al., 2018), e não apenas arredondados como *E. julma*.

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Meruoca, Sítio cachoeira/Nascente do Riacho (UPCB 78416); Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414); Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396). Espécie registrada em ambiente de água corrente, amostras epilíticas. Temperatura 24,3-26,1 °C, pH 5,3-6,6 e condutividade 257-72,3  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 27. *Eunotia julma*.** (a-h) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia macedonica*** Lange-Bertalot, Pavlov et Levkov, in Lange-Bertalot et al., Diatoms of Europe v.6, p.141, pl. 4. 2011.

**Figura 28. a-b**

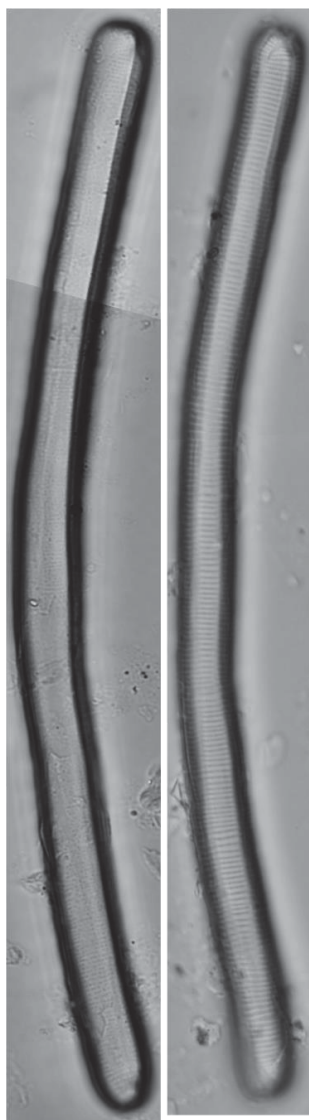
Valvas dorsiventrals, arqueadas; margem dorsal e ventral paralelas; extremidade apical arredondada; estrias transapicais paralelas a radiadas, nódulo apical discreto

localizado nos ápices; fissura da rafe encurvada do manto em direção à face valvar, visível. Comprimento: 151,6-153,0  $\mu\text{m}$  ; largura 7,9-8,0  $\mu\text{m}$ ; 12-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Nossos espécimes diferem em relação á densidade de estrias (10-12 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ) (Lange-Bertalot et al. 2011), mas apresentam as demais características do táxon em questão.

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Catunda, Açude do celso (UPCB 78410). Amostra epifítica. pH 7,8 e temperatura 30,0 °C, condutividade 210  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



a-b

**Figura 28. *Eunotia macedonica*.** (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia meridiana*** Metzeltin et Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.5, p.67, pl. 59, figs. 7–10. 1998.



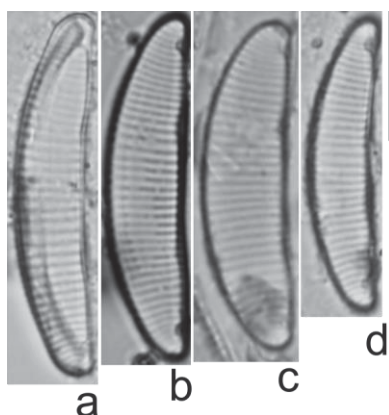
**Figura 29. a-d**

Valvas dorsiventrals, com margem dorsal convexa e margem ventral reta a levemente côncava na região mediana; extremidades apicais atenuado-arredondadas, não destacados da valva; nódulos terminais distintos; estrias transapicais paralelas, radiadas em direção às extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento: 22,3 - 33,4µm; Largura 4,9 - 5,3 µm e 13-15 estrias em 10 µm.

**Comentário:** *E. pseudosudetica* difere por apresentar os ápices destacados da valva (METZELTIN et al., 2005, CAVALCANTE et al., 2014), característica observada também em *E. pirla* Carter et Flower, que difere por apresentar maior densidade de estrias (17 em 10 µm) (CARTER; FLOWER, 1988, TREMARIN et al., 2008).

**Literatura consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot (1998); Cavalcante et al. (2014), Tremarin et al. (2008).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Rio Acaraú/Derby (UPCB 78403), Margem Esquerda (UPCB 78408); Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78417).



**Figura 29. *Eunotia meridiana*.** (a-f) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10 µm.

***Eunotia novaecaledonica*** Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin, in Bibl. Diatomol. v.38, p.39. 1998.

**Figura 30. a-i**

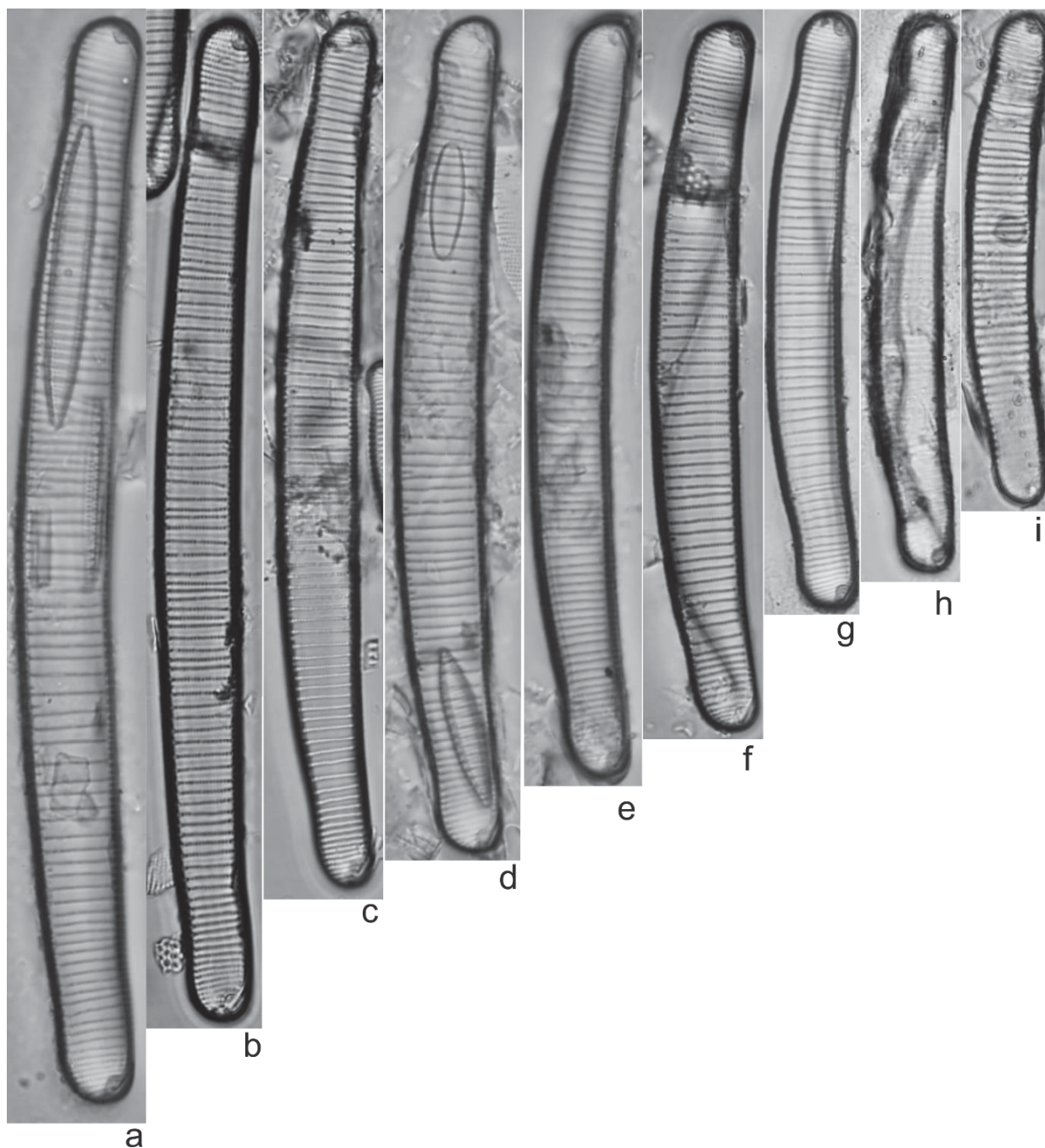
Valvas dorsiventrals, paralelas; margem dorsal convexa; margem ventral côncava, quase reta; extremidades apicais levemente subcapitadas, arredondadas, não destacadas da valva; nódulos terminais distintos nos ápices; fissura da rafe amplamente curvada na superfície valvar, rodeada por uma área hialina; estrias

paralelas, algumas irregulares e curtas podem estar presentes do lado dorsal, próximo aos ápices se tornam mais densas e radiadas; aréolas arredondadas de difícil contagem em ML. Comprimento: 68,8-132,7  $\mu\text{m}$ , largura 8,1-11,2  $\mu\text{m}$ , 8-10 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentários:** Os espécimes aqui apresentados assemelham-se a *Eunotia monodon* um único exemplar apresentado por Lange-Bertalot et al. (2011, fig. 25:1), pelas medidas morfométricas (comp. 128 e largura 8,1, medida pelo autor), e pela curvatura valvar menos pronunciada. Outras espécies que também se assemelham são *Eunotia major* (W.Smith) Rabenhorst e *Eunotia metamonodon* Lange-Bertalot, diferenciando principalmente na curvatura valvar e nos ápices mais inflados (LANGE-BERTALOT et al., 2011, SOUZA et al., 2015). *E. monodon* apresenta ápices mais estreitos e sutilmente destacados da valva quase oblíquo cuneado (LANGE-BERTALOT, 1993; PATRICK; REIMER, 1966, SIVER; HAMILTON, 2011). *E. metamonodon* apresenta ápices alongados, e amplamente arredondados e a valva mais curvada (LANGE-BERTALOT et al., 2011, SOUZA et al., 2015). *Eunotia major* assemelha-se em relação ao contorno valvar, mas difere por possuir ápices distintos, capitados e destacados da valva (PATRICK; REIMER 1966) e apresentar os nódulos apicais mais distantes do ápice (LANGE-BERTALOT, 1993). *E. belgica* Van de Vijver et Lange-Bertalot, assemelha-se nos ápices levemente destacados do corpo valvar, nódulos apicais e fissura da rafe longa na superfície valvar (LANGE-BERTALOT et al., 2011). No entanto *E. novaecaledonica* possui maiores dimensões do que *E. belgica* (comp. 50-80  $\mu\text{m}$ , larg. 6,5-85  $\mu\text{m}$ ) e maior curvatura valvar.

**Literatura consultada:** Glushchenko; Kulikovskiy (2017).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú/Margem esquerda (UPCB 78408); Açude Jaibaras (UPCB 78395). Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396). Massapê, Rio Acaraú/Fazenda UVA (UPCB 78406). Ocorrência em amostras epifíticas e apenas uma epilítica. pH entre 6,63 e 8,87, temperatura entre 26,1 °C e 33,3 °C e condutividade entre 266 e 257  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 30. *Eunotia novaecaledonica*.** (a-i) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia novaisiae*** Lange-Bertalot et Ector in Lange-Bertalot et al., *Diatoms of Europe* v.6, p.179, pls. 52, 53. 2011.

**Figura 31. a-b**

Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa, margem ventral reta com sutil espessamento na região mediana da valva; extremidades apicais levemente alongada em direção ventral, atenuado-arredondadas, quase em formato nasiforme; nódulos terminais distintos, localizado um tanto distantes das extremidades; estrias

transapicais paralelas, irradiam levemente próximos às extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 24,5-27,5  $\mu\text{m}$ , largura 4,2  $\mu\text{m}$ , 12-13 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Na obra original *E. novaisiae* apresenta maior densidade de estrias (13-17) (Lange-Bertalot et al., 2011), no entanto como não foi possível a apresentação de uma população maior, o diagnóstico da espécie é impreciso. *Eunotia canicula* Furey, Lowe et Johansen difere por apresentar os nódulos apicais mais distintos, dando a impressão de ápices ligeiramente curvados para a margem ventral (Furey et al., 2011), apesar de bastante semelhante em relação ao contorno valvar.

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Meruoca, Sítio Cachoeira/Nascente ponto 3 (UPCB 78417). Amostra epifítica, com pH 6,68, temperatura 22,9 °C e condutividade 31,3  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 31** *Eunotia novaisiae*. (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia paludosa*** Grunow, Ver. Kais.-Königl. Zool.-Bot. Ges. Wien v.12, p.336, pl. 6, fig.10. 1862.

#### **Figura 32. a-b**

Valva dorsiventral; margem dorsal convexa, margem ventral quase reta; extremidades apicais arredondadas, ligeiramente destacadas da valva e fletidas dorsalmente; nódulo terminal localizado próximo ao ápice, distinto; estrias paralelas e sutilmente radiadas nas extremidades; aréolas inconspícuas. Comprimento 31,2-35,4  $\mu\text{m}$ ; largura 3,4-3,5  $\mu\text{m}$  e 18 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

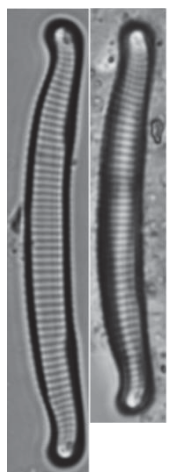
**Comentário:** As populações de *Eunotia paludosa* na literatura apresentam grandes variações morfológicas (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1991; LANGE-BERTALOT et al., 2011). O exemplar cearense é semelhante à figura 9, pl. 155

apresentada por Krammer; Lange-Bertalot (1991), e corresponde à descrição e aos exemplares apresentados por Lange-Bertalot et al. (2011), que o descreveu baseando-se no lectótipo do protólogo de Grunow (fig. 8-27, pl. 146). Lange-Bertalot difere *E. paludosa* de *E. superpaludosa* principalmente em relação a fissura terminal da rafe mais longa, bastante discernível em MO (Lange-Bertalot et al. 2011). É observável também que sua população apresenta os ápices moderadamente mais rostrados que arredondados.

*Eunotia paludosa* difere de *Eunotia denticulata* (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst, *Eunotia neoborealis* Lange-Bertalot e *Eunotia fennica* (Hustedt) Lange-Bertalot principalmente pela ausência de espinhos na margem dorsal (HAMILTON; SIVER, 2010). Bastante similar a *Eunotia groenlandica* Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot, que difere por apresentar menor densidade de estrias (12-16 em 10 µm) (LANGE-BERTALOT et al., 2011).

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991a); Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78417). Táxons registrados em amostra epifítica, sendo a temperatura 22,9°C, pH 6,6 e condutividade 73,3 µS/cm.



a-b

**Figura 32. *Eunotia paludosa*.** (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10 µm.

***Eunotia pectinalis*** (Kütz.) Rabenh., Fl. Eur. Alg. v.1, p.73.1864.

Basiônimo: *Himantidium pectinale* Kütz., Kieselchal. Bacill. p.39, pl.16. f. XI. 1844.

**Figura 33. a-d**



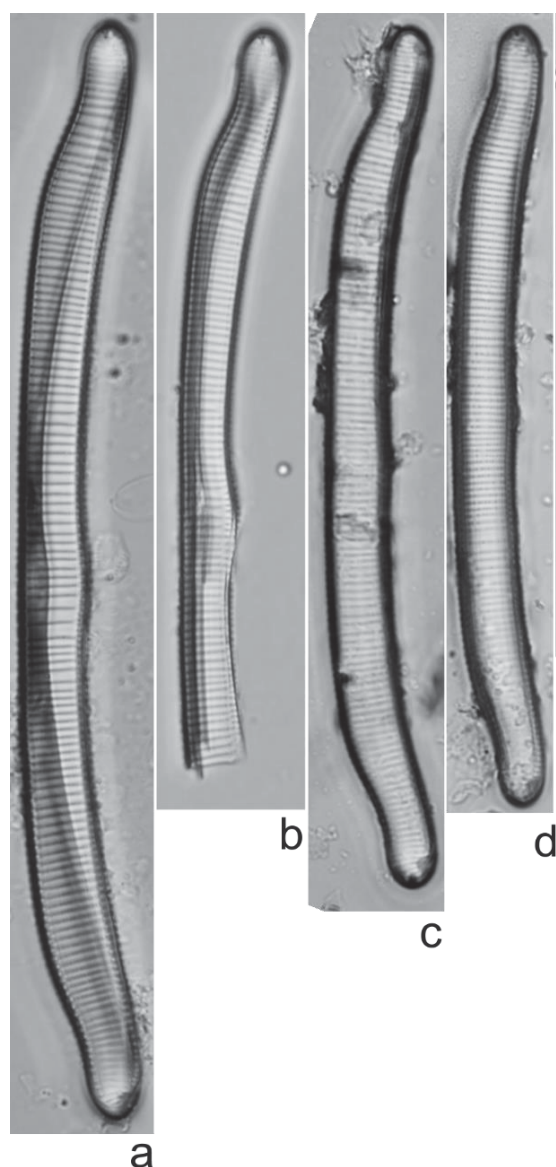
Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa, margem ventral moderadamente côncava a quase reta, com uma intumescência na região mediana da valva; extremidades apicais subcaptadas, arredondadas, destacadas da valva; nódulos terminais distintos, localizado próximo ao ápice; estrias paralelas e sutilmente radiadas nas extremidades; aréolas pontuadas de difícil contagem em MO. Comprimento 70,7-125,7  $\mu\text{m}$ ; largura 6,4-7,6  $\mu\text{m}$  e 10-13 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Na literatura é apresentada grande variação morfológica em *Eunotia pectinalis* e suas variedades. Ao observar o material apresentado por A. Schmidt (1911) para *E. pectinalis* var. *ventralis* (Ehrenberg) Hustedt, uma de suas várias ilustrações, a fig. 16 (pl. 271) corresponde ao encontrado neste estudo. No entanto, *E. pectinalis* var. *ventralis* atualmente considera-se sinônimo de *E. pectinalis* var. *ventricosa* Grunow (GUIRY; GUIRY, 2020). Patrick; Reimer (1966) ilustram *Eunotia pectinalis* var. *ventricosa* com leve concavidade dorsal, e intumescência ventral bastante distinta na região mediana. Van Heurck (1881: pl. 33: fig. 19B) apresenta a variedade com valvas quase retas e ápice pouco destacado da valva. Tais ilustrações desses autores diferem dos exemplares cearenses que se apresentam com valvas moderadamente mais arqueadas. Por apresentar poucos exemplares neste estudo é difícil afirmar com precisão sua identidade. Tuji; Williams (2006) apresentam o isótipo que difere moderadamente no dorso, por apresentar ondulações, característica não observada em nosso estudo. No entanto, ao comparar com a forma de *Eunotia pectinalis* em outras obras como Lange-Bertalot et al. (2011; 2017) e Bicca et al. (2011), é perceptível maior aproximação do táxon cearense.

Outro táxon semelhante é *Eunotia gibbulosa* (Venkataraman) Glushchenko et Kulikovskiy, população apresentada por Glushchenko et al., (2018), encontrada em corpos d'água do Sudeste da Ásia e que difere apenas na largura valvar (8–9  $\mu\text{m}$ ) sendo a valva dos espécimes cearenses mais estreitas. Essa espécie é incluída em uma das variedades do complexo *Eunotia pectinalis* como *Eunotia pectinalis* var. *gibbulosa* Venkataraman (fig. 22. 1939).

**Literatura consultada:** Patrick; Reimer (1966); Tuji; Williams (2006); Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Catunda, Açude do Celso (UPCB 78410), pH 7,8, temperatura 30 °C e condutividade 210  $\mu\text{S/cm}$ . Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399). Amostras epifíticas.



**Figura 33. *Eunotia pectinalis*.** (a-e) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia pileus*** Ehrenberg, Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, Physik. Kl. p.414, pl. 2, fig. I.5. 1843.

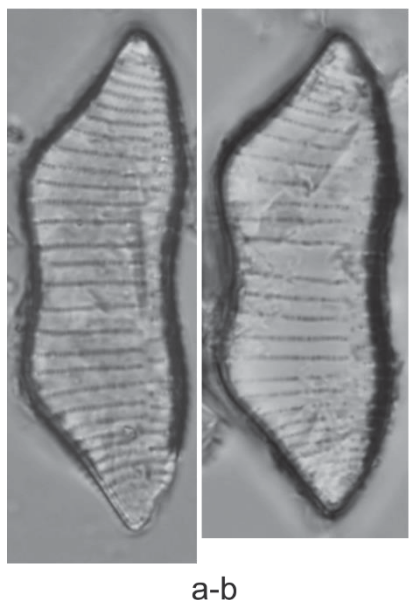
#### **Figura 34. a-b**

Valvas dorsiventrais, sutilmente arqueadas, margem dorsal convexa, com duas ondulações suaves; margem ventral côncava; extremidades apicais obtusamente cuneadas, moderadamente arredondadas, sutilmente inclinados para o lado dorsal; nódulos terminais distintos, nos ápices; estrias transapicais paralelas a radiadas, mais densas nas extremidades; aréolas arredondadas de difícil contagem em MO; rimopórtula não visível em MO. Comprimento 40,3-41,6  $\mu$ m; largura 11,8-12,5  $\mu$ m; 6-7 estrias em 10  $\mu$ m.

**Comentário:** As valvas de *E. pileus* assemelham-se a formas menores de *E. guianensis* (Ehrenberg) De Toni, mas podem ser distinguidas pelos ápices mais agudos da segunda em comparação aos mais arredondados da primeira (Metzeltin; Lange-Bertalot, 1998).

**Literatura consultada:** Reichardt, (1995); Metzeltin et al. (1998).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Taperuaba, Pedra da Andorinha/ espelho d'água (UPCB 78402), amostra epifítica, pH 6,68, temperatura 30°C, condutividade 195,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 34. *Eunotia pileus*.** (a-b) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia pirla*** Carter et Flower, Diat. Res. v.3, p.2, figs 5–48 , 51–56. 1988.

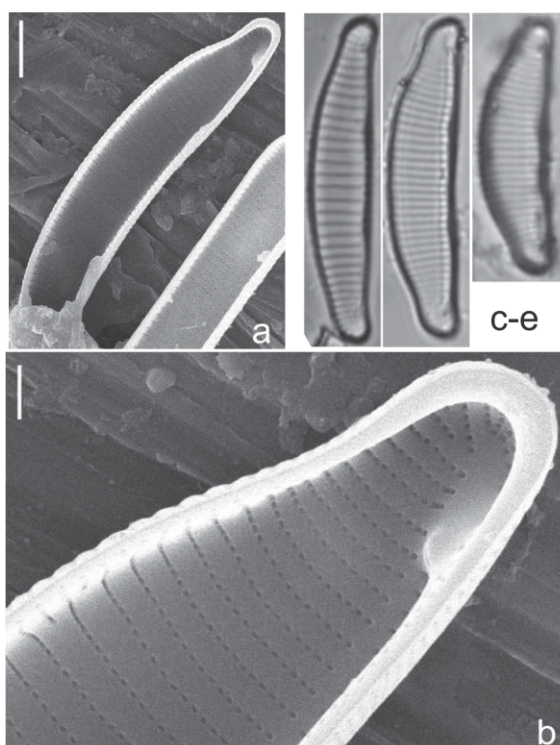
#### **Figura 35. a-e**

Valvas dorsiventrals; margem dorsal convexa, margem ventral reta ou moderadamente côncava, com espessamento na região mediana da valva; extremidades apicais atenuado-arredondadas, quase em formato nasiforme, destacado da valva; nódulos terminais distintos, localizado na extremidade da valva, abaixo dos ápices; estrias transapicais paralelas, irradiam levemente próximos às extremidades; aréolas de difícil contagem em ML. Comprimento 19,2-24,9  $\mu\text{m}$ , largura 4,9-5,1  $\mu\text{m}$ , 17-18 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , 45 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentários:** Ver comentário em *Eunotia veneris* neste estudo.

**Literatura consultada:** Carter, Flower (1988), Cavalcante et al. (2014), Lange-Bertalot et al. (2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luís/Bica do Mirante (UPCB 78414). Sem dados abióticos.



**Figura 35. *Eunotia pirla*.** (a-b) Vista valvar em MEV. (c-e) Vista valvar em MO. Barras de Escala: 1  $\mu\text{m}$  (b); 2  $\mu\text{m}$  (a); 10  $\mu\text{m}$  (c-e).

***Eunotia pseudosudetica*** Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez, Iconogr. Diatomol. v.15, p.57, pl.24, figs.15-18. 2005.

#### Figura 36. a-e

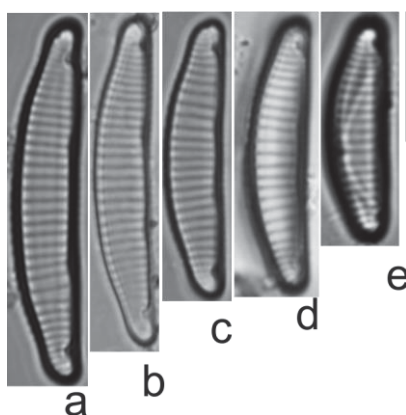
Valvas dorsiventrals, com margem dorsal convexa; margem ventral reta, com leve espessamento na região mediana da valva; extremidades apicais nasiformes, inclinadas ventralmente, moderadamente destacadas da valva; nódulos terminais distintos, próximo dos ápices, estrias transapicais paralelas, irradiam próximo as extremidades. Comprimento 16,4-27,6  $\mu\text{m}$ , largura 4,5-4,7  $\mu\text{m}$ , 13-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Nossa população apresentou menores valores métricos em relação a largura (6,3-7,3  $\mu\text{m}$ ) Metzeltin et al. (2005), no entanto apresentou todas as demais características condizentes com a espécie.

**Literatura consultada:** Metzeltin et al. (2005); Cavalcante et al. (2014).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397). Meruoca, Sítio Cachoeira/ Nascente ponto 3 (UPCB 78417); Nascente ponto 5 (UPCB 78418).

Amostras epifíticas, pH 6.7-7.6, temperatura entre 22.9 e 25.0 e condutividade entre 31.3 e 70.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 36. *Eunotia pseudosudetica*.** (a-e) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia pseudosudetica* var. *rotundata*** Cavalcante, Tremarin et Ludwig, Biota Neotrop. v.14, n.3, p.9, Figs. 67-74, 80-83. 2014.

### Figura 37

Valvas dorsiventrais; margem dorsal moderadamente convexa, margem ventral reta com leve espessamento na região mediana; extremidade apical arredondada, destacada da valva; nódulo terminal distinto; estrias transapicais paralelas que irradiam próximo as extremidades; aréolas de difícil contagem em LM, pontuadas; uma rimopórtula localizada em uma das extremidades no polo apical. Comprimento 36,0  $\mu\text{m}$ , largura 5,0  $\mu\text{m}$ , 11 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Difere da variedade típica por apresentar extremidades mais arredondadas, além de dorsiventralidade da valva menos acentuada e margem ventral sem espessamento (Cavalcante et al. 2014).

**Literatura consultada:** Cavalcante et al. (2014).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397). Sem dados abióticos.





**Figura 37.** *Eunotia pseudosudetica* var. *rotundata*. Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu$ m.

***Eunotia soleirolii*** (Kützinger) Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. v.1, p.74. 1864.

Basiônimo: *Himantidium soleirolii* Kütz., Bacill, p. 39, pl. 16, fig. 9. 1844.

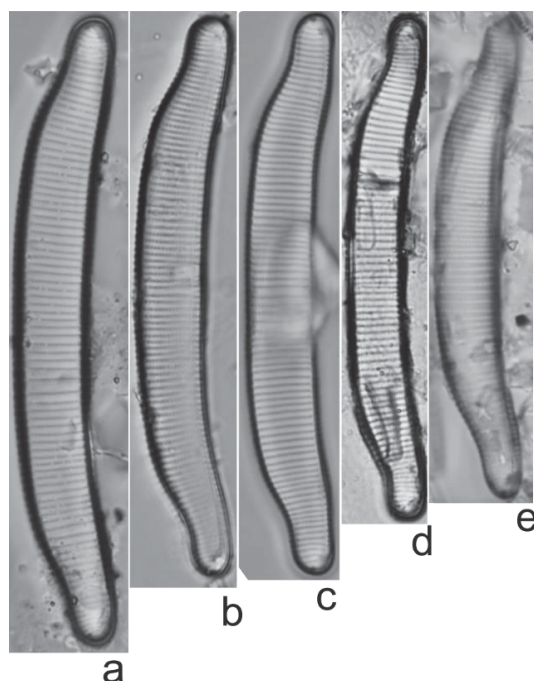
#### **Figura 38. a-e**

Valva dorsiventral, moderadamente arqueada; margem dorsal convexa, margem ventral moderadamente côncava a quase reta, sem ondulações ou inflações na região mediana da valva; extremidades apicais subcaptadas, arredondadas, moderadamente destacadas da valva; nódulo terminal distinto, localizado afastado do ápice; estrias transapicais paralelas e sutilmente radiadas nas extremidades; aréolas pontuadas de difícil contagem em MO. Comprimento 59,1-78  $\mu$ m; largura 6,4-9,5  $\mu$ m e 12-13 estrias em 10  $\mu$ m.

**Comentário:** difere de *Eunotia pectinalis* por não apresentar ondulações e intumescência na região mediana da valva, e por apresentar uma maior variação no comprimento valvar (25-140  $\mu$ m) (LANGE-BERTALOT et al., 2011). Nossos exemplares estão de acordo com a descrição do mesmo autor para *Eunotia soleirolii*, em suas observações do material original e outros exemplares. No entanto, apresentou sutil variação na largura (larg. 5-8  $\mu$ m) e na densidade de estrias (7-12 em 10  $\mu$ m). Esta espécie pode ocorrer juntamente a *Eunotia pectinalis*, (LANGE-BERTALOT et al., 2017) igualmente como ocorreu neste estudo.

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1991), Patrick; Reimer (1966); Lange-Bertalot et al. (2011; 2017).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Catunda, Açude do celso (UPCB 78410), pH 7,8, temperatura 30 °C e condutividade 210  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399). Amostras epifíticas.



**Figura 38. *Eunotia soleirolii*.** (a-e) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia subarcuatoides*** Alles, Nörpel et Lange-Bertalot, Nova Hedwig, v.53, p.188, pl. 4, fig.1-36. 1991.

**Figura 39. a-d**

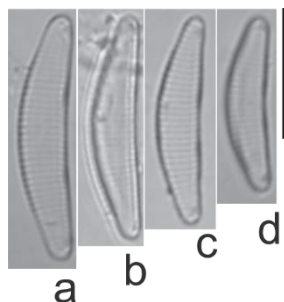
Valvas dorsiventrais, levemente arqueadas, com margem dorsal fortemente convexa; margem ventral reta a levemente côncava; extremidades apicais agudas não destacados da valvar; nódulos terminais próximos das extremidades apicais; rafe curvada em direção ao dorso; estrias transapicais paralelas que irradiam em direção as extremidades, delicadas; rimopórtula não observada, aréolas inconspícuas. Comprimento 13,4-18,6  $\mu\text{m}$ ; Largura 3,1-3,8  $\mu\text{m}$  e 21-22 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Patrick e Reimer (1966); Bicca et al. (2009), Lange-Bertalot (2011).

**Comentário:** Os táxons da população cearense estão condizentes com a população registrada por Lange-Bertalot et al. (2011). Semelhança é notável com *Eunotia vanheurckii* var. *intermedia* (Krasske ex Hust.) e *E. camburnii* Metzeltin et Lange-Bertalot, no entanto, a primeira difere pelo número menor de estrias (16-14 em 10

$\mu\text{m}$ ) (PATRICK; REIMER, 1966). Enquanto a segunda pelas menores dimensões valvares (comp. 20-30  $\mu\text{m}$ , Larg. 4,5-5,8  $\mu\text{m}$  estrias 18-20 em 10  $\mu\text{m}$ ) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414). Amostra epilítica, sem dados abióticos.



**Figura 39. *Eunotia subarcuatoides*.** (a-d) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Eunotia veneris*** (Kützing) De Toni, Syll. Alg. v.2, n.2, p.794. 1892.

Basiônimo: *Himantidium veneris* Kützing, Bacill. p.40, pl.30, fig.7. 1844.

#### Figura 40. a-k

Valvas dorsiventrais, com margem dorsal convexa, margem ventral reta a ligeiramente côncava, extremidades apicais levemente arredondadas, rostradas; nódulos terminais distintos, localizados mais afastados da extremidade; estrias transapicais paralelas, tornando-se radiadas próximo às extremidades; rimopórtula bem presente (Fig. 16 c) em uma das extremidades da valva. Comprimento 26,1-57,6  $\mu\text{m}$ ; largura 4,7-7,6  $\mu\text{m}$  e 14-18 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , 38 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

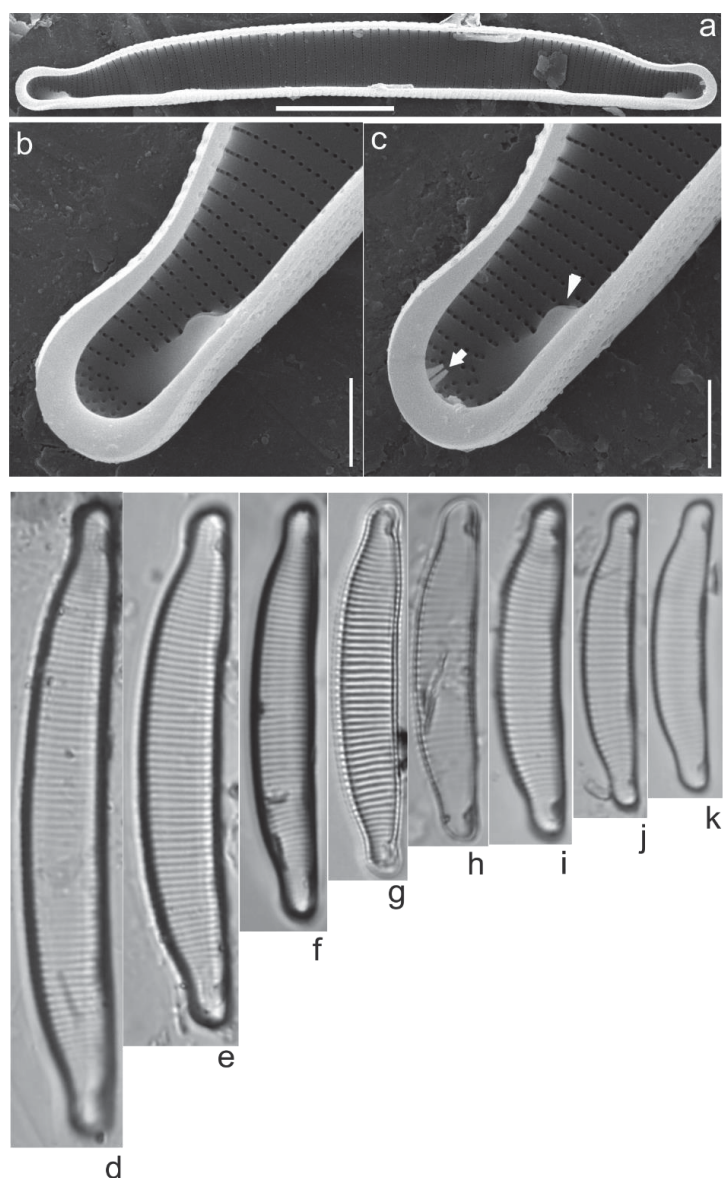
Em MEV, vista interna da valva, aréolas arredondadas, helictoglossa mais deslocada da extrema porção do ápice (Fig. 40 j-k), rimopórtula localizada em uma das extremidades valvar, com lábio em formato de fenda (Fig. 40 k).

**Comentário:** Nossa população assemelha-se à apresentada por Metzeltin et al. 1998, e às populações de trabalhos brasileiros (COSTA et al. 2017a; 2017b). Apesar dos ápices de *E. pirla* serem estreitos de maneira semelhante à *E. veneris*, na primeira os ápices inclinam-se significativamente em direção à margem ventral, e é visível uma maior concavidade na margem ventral em *E. pirla* (CARTER; FLOWER 1988). Nossos espécimes são similares aos apresentados por Siver; Hamilton (2011, fig. 65:1-25, fig. 67:1-3) para *Eunotia carolina* Patrick, cuja população possui uma grande variabilidade morfológica. No entanto, a ilustração original de *E. carolina* (PATRICK 1958), apresenta o ápice visivelmente mais estreito em relação à largura

da valva, detalhe não observado em nossa população, na qual a largura da valva não é tão pronunciada em relação aos ápices.

**Literatura consultada:** Metzeltin et al. (1998); Lange-Bertalot et al. (2011); Costa et al. (2017).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397), amostra epifítica. Ubajara, Sítio São Luis/Bica do Mirante (UPCB 78414), Bica sr Helder (UPCB 78415) amostra epilítica. Sem dados abióticos.



**Figura 40. *Eunotia veneris*** (a-h) Vista valvar em MO. (i-k) vista interna da valva em MEV. (j-k) terminação da rafe em uma helictoglossa (seta). (k) detalhe da rimopórtula localizada em apenas uma das extremidades com lábio em formato de fenda (ponta da seta). Barra de Escalas: (a-i) 10 µm, (j-k) 2 µm.

***Eunotia yanomami*** Metzeltin et Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. v.5, p.86, pl.34-37, 45, fig. 2, 6, 63. 1998.

#### **Figura. 41 a-y**

Morfotipo com valvas curtas: Valvas dorsiventrais, com duas ondulações bem distintas, moderadamente estreitas, margem dorsal convexa e margem ventral levemente côncava; extremidades apicais cuneadas-arredondadas; nódulos terminais simples na região ventral das extremidades; rafe curva em direção à margem dorsal; estrias transapicais paralelas no centro, se tornando levemente radiadas nas extremidades apicais. Comprimento: 56,1-103,3  $\mu\text{m}$ ; largura maior 14,1-16,7  $\mu\text{m}$ , R c/l 3,1-5,0; largura menor 17,6-20,7 $\mu\text{m}$ , Razão c/l 3,8-6,4; aréolas 22 em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV superfície valvar com estrias areoladas unisseriadas, paralelas tornando-se radiadas e mais densas nos ápices. Espinho localizado próximo a junção face/manto (Fig. 41 t). Vista interna, terminação da rafe em helictoglossa, rimopórtula localizada em apenas uma das extremidades (Fig. 41 u-v).

Morfotipo com valvas mais longas: Valvas dorsiventrais, com duas ondulações pouco desenvolvidas, moderadamente achatadas, margem dorsal levemente convexa, com região mediana as vezes mais profunda, margem ventral quase reta a côncava; extremidades apicais cuneadas-arredondadas; nódulos terminais simples na região ventral das extremidades; rafe curva em direção à margem dorsal; estrias transapicais paralelas no centro, se tornando levemente radiadas nas extremidades apicais. Comprimento: 132,4-184,8  $\mu\text{m}$ ; largura 10,5-17,2; aréolas conspícuas de difícil contagem em MO.

Em MEV superfície valvar com estrias areoladas unisseriadas, paralelas tornando-se radiadas e mais densas nos ápices. ápice em vista externa, com alguns pequenas verrugas próximo a junção face/manto (Fig. 41 s). Vista interna, terminação da rafe em helictoglossa, rimopórtula localizada em apenas uma das extremidades (Fig. 41 x-z).

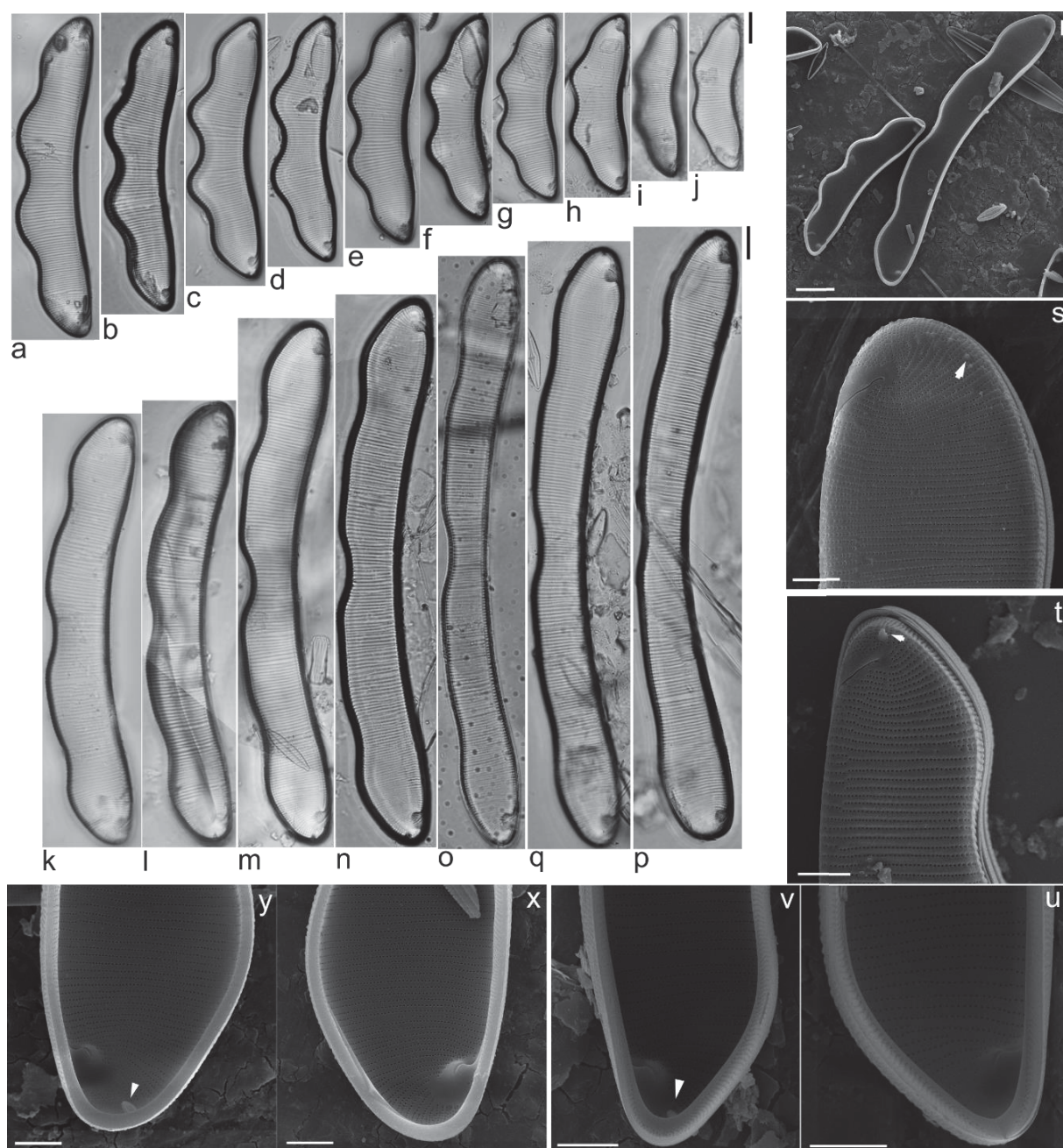
**Comentário:** Costa et al. (2017), em seu estudo em reservatórios no Estado de São Paulo apresenta populações de *E. yanomami* e as distingue de *E. zygodon* Ehrenberg por apresentar as ondulações mais distintas. Essa característica também pôde ser observada neste estudo. Entretanto outros trabalhos brasileiros (e. g. Bicca e Torgan, 2009; Souza et al. 2015) às diferenciam em relação ao nódulo terminal trilobado, como característica diagnóstica entre esses dois táxons (ver ilustração



PATRICK; REIMER, 1966, pl. 11, fig. 8). Nossa população de morfotipo com valvas curtas apresentam nódulos terminais simples. O morfotipo mais alongado neste estudo (Fig. 37 k-q; s; x-z) se enquadra nas ilustrações de Metzeltin; Lange-Bertalot (1998), onde a espécie foi proposta, apresentando ampla variação nas medidas chegando até 180 µm. Apesar de *E. anamargaritae* Metzeltin et Lange-Bertalot (fig. 37, pl. 9) apresentar ondulações achatadas, igualmente a algumas populações de *E. yanomami* (fig 5-7, pl. 36; fig. 8, pl. 37), a primeira apresenta ápices visivelmente arredondados e concavidade pouco pronunciada, enquanto a segunda apresenta extremidades cuneadas a cuneado-arredondadas, e a região ventral mais côncava (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

**Literatura consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot (1998); Costa et al. (2017).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414) e Bica Sr Helder (UPCB 78415). A espécie foi encontrada em ambiente subsumido, no epilíton em área de vazamento (Bica). Sem dados químicos.



**Figura 41. *Eunotia yanomami*.** (a-j) Morfotipo com valvas mais curtas. (k-q) Morfotipo com valvas mais longas. Vista valvar, MO. (s; x-y) Morfotipo com valvas mais alongadas. (t-v) Morfotipo com valva menor. (r) Vista interna da valva, detalhe da variação métrica. (s) Detalhe no ápice em vista externa, com algumas pequenas verrugas (morfotipo mais alongado). (t) Detalhe do ápice em vista externa com um espinho grande (morfotipo menor). (u; x) Detalhe do ápice em vista interna, o lado com apenas helictoglossa. (v; y) Detalhe do ápice em vista interna, a outra extremidade, mostrando a posição da rimopórtula (seta). Barra de escala: (r) 20  $\mu\text{m}$ ; (a-q) 10  $\mu\text{m}$ ; (s-y) 5  $\mu\text{m}$ .

*Eunotia* aff. *yberai* Frenguelli, A. Mus. Hist. Natural, v.37, p.446, pl. 8, fig. 12. (1931) 1933.

#### Figura 42. a-h

Valvas dorsiventrals, com margens dorsais convexas, margens ventrais moderadamente côncavas; extremidades apicais moderadamente destacadas da valva, obliquamente em forma de cunha; nódulos terminais; estrias paralelas que se tornam radiadas próximo às extremidades, estrias curtas intercalam na margem dorsal; aréolas arredondadas, de difícil contagem. Comprimento 46,1-81,0; largura 7,1-10,7 e 7-10 estrias em 10  $\mu$ m.

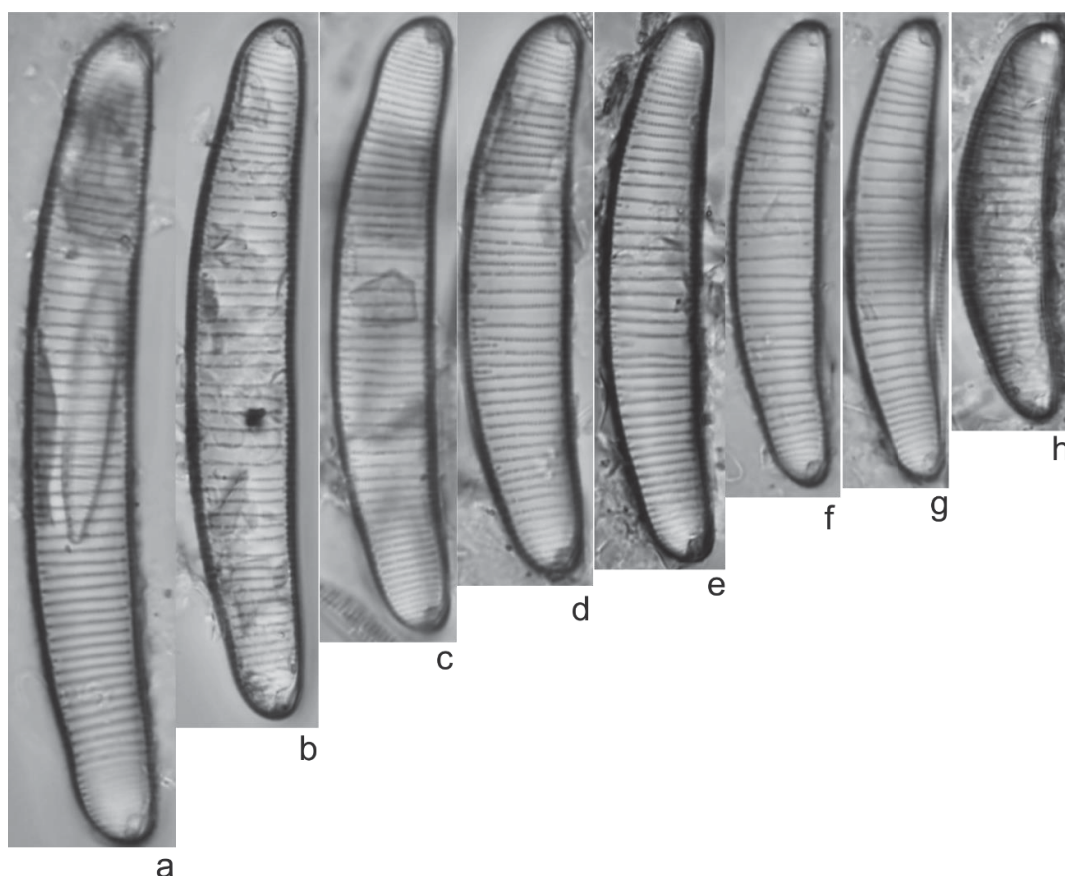
**Comentário:** A população deste estudo se assemelha com *Eunotia* sp. apresentada por Patrick (1940b, fig.8:2) para o estado do Ceará, de acordo com a circunscrição e morfometria (comp. 46  $\mu$ m, larg. 8  $\mu$ m e 12 estrias em 10  $\mu$ m). A autora comenta que seu espécime é semelhante a *E. tschirchiana* Mull, no qual difere por apresentar os ápices menos arredondados e maior número de estrias. A população cearense assemelha-se à descrita na literatura para *Eunotia yberai* Frenguelli. No entanto é perceptível uma variação nos ápices. Na descrição original de Frenguelli (1933) os ápices são mais obliquamente em formato de cunha, igualmente ao apresentado por Garcia et al. (2015), fig. 53 e 54 e por Metzeltin et al. (2005), fig. 22: 1, no qual difere um pouco de nossa população que são mais discretos e menos destacados, igualmente ao apresentado por Metzeltin et al. (2005, fig. 22:2) e Bicca et al. (2011, fig. 44). Porém nosso material possui área hialina em torno da porção terminal da rafe, assim como no original.

De Garcia et al. (2015) descreve *Eunotia* aff. *yberai*, devido ao arranjo de estrias serem mais espaçadas e igualmente paralelas que diferiram da descrição original, e essa característica é também observável em nossa população. Portanto, consideramos como *Eunotia* "affinis" *yberai*. *Eunotia yberai* difere de *E. indica* Grunow em relação a menor densidade de estrias (região mediana 10-13 em 10  $\mu$ m e extremidade 15-16 em 10  $\mu$ m)(METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; LANGE-BERTALOT, et al., 2011).

**Literatura consultada:** Metzeltin et al. (2005), Garcia et al. (2015).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, açude Jaibaras (UPCB 78395); Rio Acaraú, margem esquerda, amostra epifítica (UPCB 78408); amostra fitoplanctônica (UPCB 78407); Derby (UPCB 78403). Massapê, Rio Acaraú/Fazenda UVA, amostra episâmica (UPCB 78405); amostra epifítica (UPCB 78406); córrego temporário

(UPCB 78399). Varjota, Açude Araras (UPCB 78392). O pH variou entre 6,8 e 8,8; temperatura 30,2°C e 33,5°C e condutividade 218 e 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 42.** *Eunotia* aff. *yberai* (a-h) Vista valvar em MO. Barra de Escala: 10  $\mu\text{m}$ .

### ***Eunotia* sp. 1**

### **Figura 43. a-m**

Valvas dorsiventrais, com margem levemente arqueada; margem dorsal e ventral paralelas; extremidades apicais arredondada a levemente quadrada, sutilmente infladas; nódulos terminais localizados ventralmente próximo ao ápice; rafe ventral, levemente inclinada para a região dorsal; estrias paralelas em quase todo o contorno valvar, sendo moderadamente irradiadas no ápice; aréolas inconspícuas; rimopórtula de difícil visualização em apenas um dos lados da valva. Espinhos conspícuos, localizados dorsalmente e ventralmente. Comprimento 41,2-127,4  $\mu\text{m}$ , largura 4,9-7,4  $\mu\text{m}$ ; 4,9; 15-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , 24 aréolas em 10  $\mu\text{m}$  e 8-10 espinhos em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV as estrias apresentam-se em depressões marcadas na valva (Fig. 39 b), as aréolas são arredondadas, com maior densidade nas extremidades apicais.



Espinhos grosseiros quase em formato de estrela, localizados na margem e no dorso valvar, no ápice são escassos, equidistantes. Área hialina contorna a rafe distal que se prolonga em forma de gancho largo sobre a face valvar.

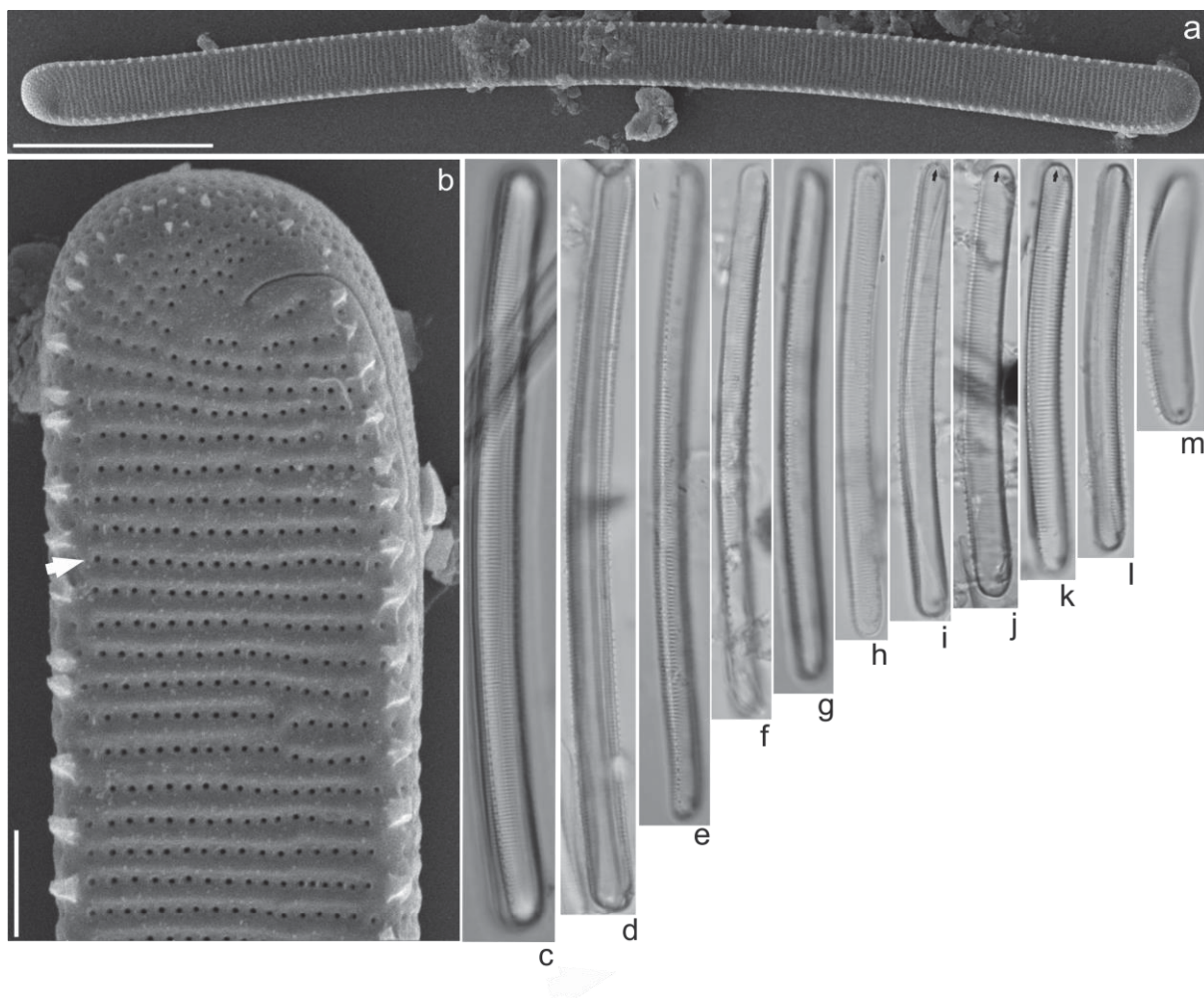
**Comentário:** Assemelha-se com *E. corsica* Lange-Bertalot et Roland Schmidt (ver pl.3, fig. 3 MEV em Lange-Bertalot 2011), onde mostra diferenças no ápice em relação a presença de espinhos marginais e apicais, e em relação ao contorno valvar. Nossa população difere desta principalmente por apresentar espinhos menores nos ápices, e os do dorso não seguem um padrão ao redor da valva (Fig. 43. b), a fissura da rafe é menor e pouco curvada, a rimopórtula apresenta uma difícil visualização em LM. *E. corsica* apresenta rimopórtula em ambas as valvas, uma característica diagnóstica dessa espécie (LANGE-BERTALOT et al., 2011).

Outra espécie bastante semelhante, *Eunotia dinghunsis* Liu et Kociolek proposta recentemente por Liu et al. (2021) para o Sul da Ásia (Província de Guangdong, China). As características como contorno valvar, espinhos em ambos os lados da valva, comprimento, são compartilhadas com nossa população. No entanto nosso táxon apresenta estrias mais densas em todo contorno valvar (12-13/10 µm corpo valvar, 14-16/10 µm extremidades), e essa densidade não difere em relação as extremidades apicais, maior densidade de espinhos também pode ser observada em nossa população (5-7/10 µm), além de apresentar menor largura (7-10 µm) e uma única rimopórtula na extremidade apical em apenas um dos ápices, e não em ambos como em *Eunotia dinghunsis*.

Difere de *Eunotia flexuosa* (Brébisson ex Kützing) Kützing principalmente por não apresentar ápices inflados (VAN HEURCK, 1881). *E. rabenhorstiana* (Grunow) Hustedt é morfologicamente semelhante, em relação ao contorno valvar e a presença dos espinhos no dorso e no ventre valvar. No entanto, difere por apresentar estrias mais delicadas e ocluídas (ver fig. 104: 2 MEV, Siver, Hamilton 2011), ocorrência de rimopórtula nas duas extremidades valvares e pela valva ser menos arqueada e os ápices mais agudos que quadrado (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; SIVER; HAMILTON, 2011).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Meruoca, Sítio Cachoeira/Nascente do Riacho (UPCB 78416) amostra epifítica pH 5,3; temperatura 24,3°C e condutividade 72,3 µS/cm. Ubajara, Sítio São Luis (UPCB 78414), amostra epilítica.





**Figura 43. *Eunotia* sp. 1.** (a-b) vista valvar, em MEV, (c-m) Vista valvar em LM. (b) observar a depressão em que as estrias estão localizadas, os espinhos equidistantes e a rafe distal que se prolonga em forma de gancho largo sobre a face valvar. (i-k) detalhe da rimopórtula. Barra de escala: (a) 20  $\mu$ m; (c-m) 10  $\mu$ m; (b) 2  $\mu$ m.

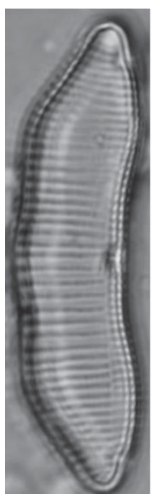
### ***Eunotia* sp. 2**

### **Figura 44**

Valva com margem levemente arqueada; margem dorsal paralela; margem ventral moderadamente côncava na região mediana da valva; extremidades apicais agudamente arredondadas; nódulos terminais logo abaixo dos ápices; estrias paralelas, moderadamente irradiadas no ápice; aréolas inconspícuas. Comprimento 35,5  $\mu$ m; largura 8,8; 14 estrias em 10  $\mu$ m.

**Comentário:** *Eunotia tapacuminor* Metzeltin et Lange-Bertalot, difere por apresentar a margem ventral fortemente côncava (METZELTIN et al., 1998). O formato valvar se assemelha a *Eunotia sphagnophila* Krasske que difere por apresentar ápices menos agudos e a ondulação central muito mais pronunciada que as demais ondulações (LANGE-BERTALOT et al., 1996).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Massapê, Fazenda UVA/ Córrego temporário (UPCB 78399). Amostra epifítica, sem dados abióticos.



**Figura 44. *Eunotia* sp. 2.** Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

### 3.1.8 Família Anomoeoneidaceae Mann

#### ***Anomoeoneis* Pfitzer**

***Anomoeoneis sphaerophora*** Pfitzer, bot. abh. v.77, pl.3, fig.10. 1871.

#### **Figura 45. a-i**

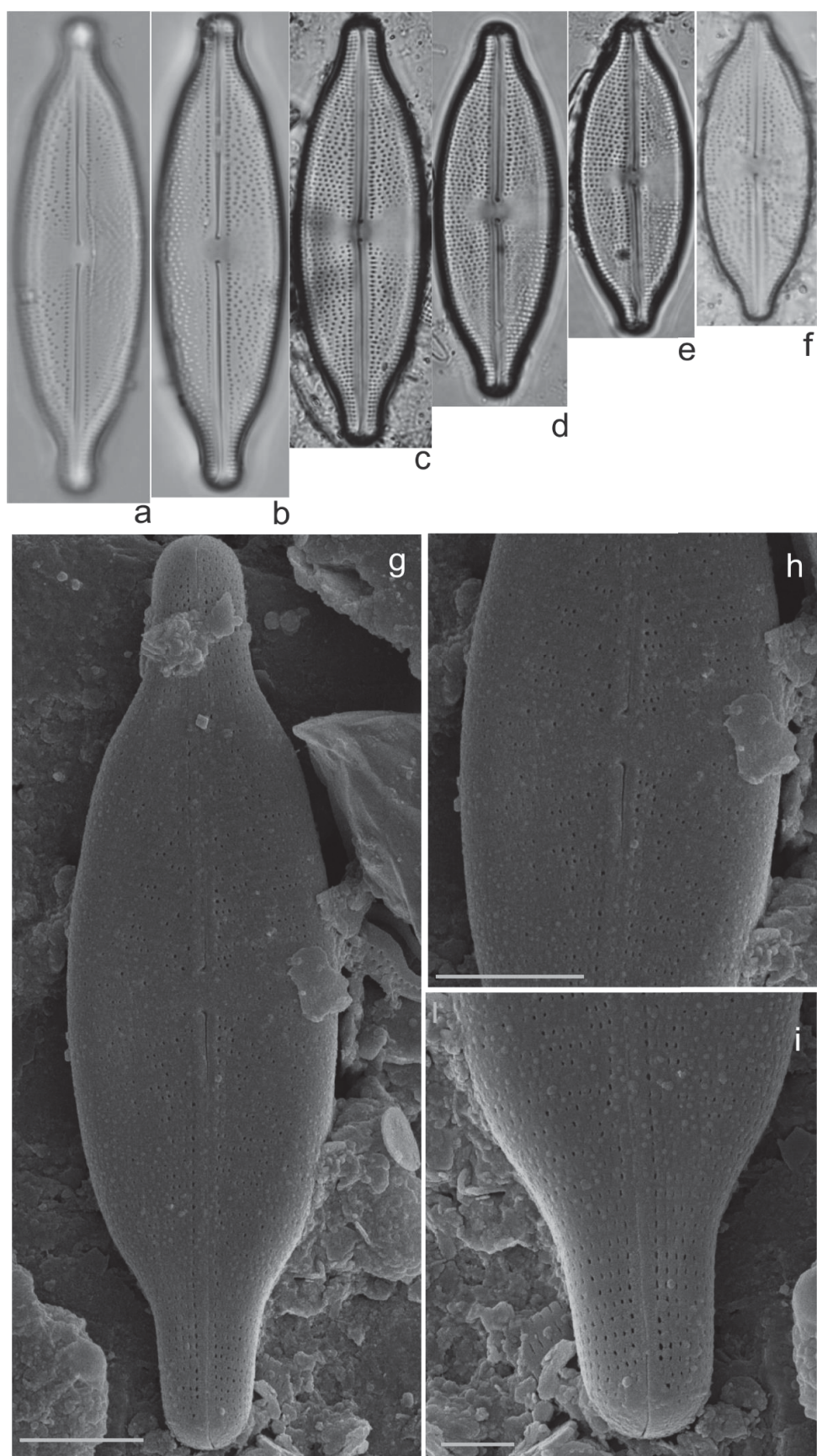
Valvas lanceoladas, ápices rostrados a subcapitados; área central assimétrica, ampla, quase atingindo a margem da valva de um lado e arredondada no lado oposto; área axial linear estreita margeada por duas fileiras longitudinais de aréolas; rafe filiforme; fissura proximal arredondada; estrias transapicais paralelas nas extremidades da valva, distintamente areoladas, aréolas irregularmente distribuídas nas estrias. Comprimento 41-65  $\mu$ m; largura 14-18,4  $\mu$ m; 15-17 estrias em 10  $\mu$ m e 10-14 aréolas em 10  $\mu$ m.

Em MEV, superfície valvar ornamentada por estrias com aréolas arredondadas ocluídas (Fig. 45 g). Fissura proximal da rafe dobradas para um lado (Fig. 45 h), fissuras distal da rafe desviadas na mesma direção (Fig. 45 i).

**Comentário:** *Anomoeoneis capitata* Bahls assemelha-se em relação ao contorno valvar, mas difere pela área central ser muito pequena e arredondada, além de apresentar maior densidade de estrias (17-19 em 10  $\mu$ m) e aréolas (30 em 10  $\mu$ m). *Anomoeoneis monoensis* Bahls difere por apresentar menores medidas de comprimento (28-58  $\mu$ m) e largura (8,3-14,3  $\mu$ m), área axial pouco pronunciada e maior densidade de estrias (20-22 em 10  $\mu$ m) (BAHLS, 2017).

**Literatura consulta:** Lange-Bertalot et al. (2017); Metzeltin; Lange-Bertalot (2007); Patrick; Reimer (1966).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Graça, Cachoeira do Belizário (UPCB 78398); Taperuaba, Olho d'água do Pajé (UPCB 78400); Catunda, Açude Carmina (UPCB 78409); Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414). os táxons ocorreram principalmente em amostras de riachos, no epilítton principalmente e no epifítton. Temperatura entre 27,1°C e 31,3°C, pH entre 7,9 e 8,93 e condutividade de 54,5 e 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 45. *Anomoeoneis sphaerophora*.** (a-f) Vista valvar, MO. (g-i) Vista valvar, MEV. (h) Rafe proximal curvada para um lado, quase formando um gancho. (i) Fissura distal da rafe curvada para o mesmo lado da rafe proximal. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-f); 5  $\mu\text{m}$  (g-h); 2  $\mu\text{m}$  (i).



### 3.1.9 Família Cymbellaceae Greville

#### ***Encyonema* Kützinger**

***Encyonema brevicapitatum*** Krammer, Biblioth. Diatomol. v.36, p.100, 170, pl. 34: figs. 1-7; pl. 27: figs. 1-9, 17. 1997.

#### **Figura 46. a-i**

Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa, margem ventral levemente côncava, com intumescimento na região mediana; ápices subcapitados, fletidos ventralmente; área axial estreita, linear-lanceolada; rafe filiforme, extremidades proximais voltadas para margem dorsal; extremidades distais voltadas em direção à região ventral; estrias paralelas a levemente radiadas, aréolas de difícil visualização. Comprimento: 18,8-22,9  $\mu\text{m}$ ; Largura: 5,0-5,7  $\mu\text{m}$ ; 11-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; razão C/L: 3,7–4,3.

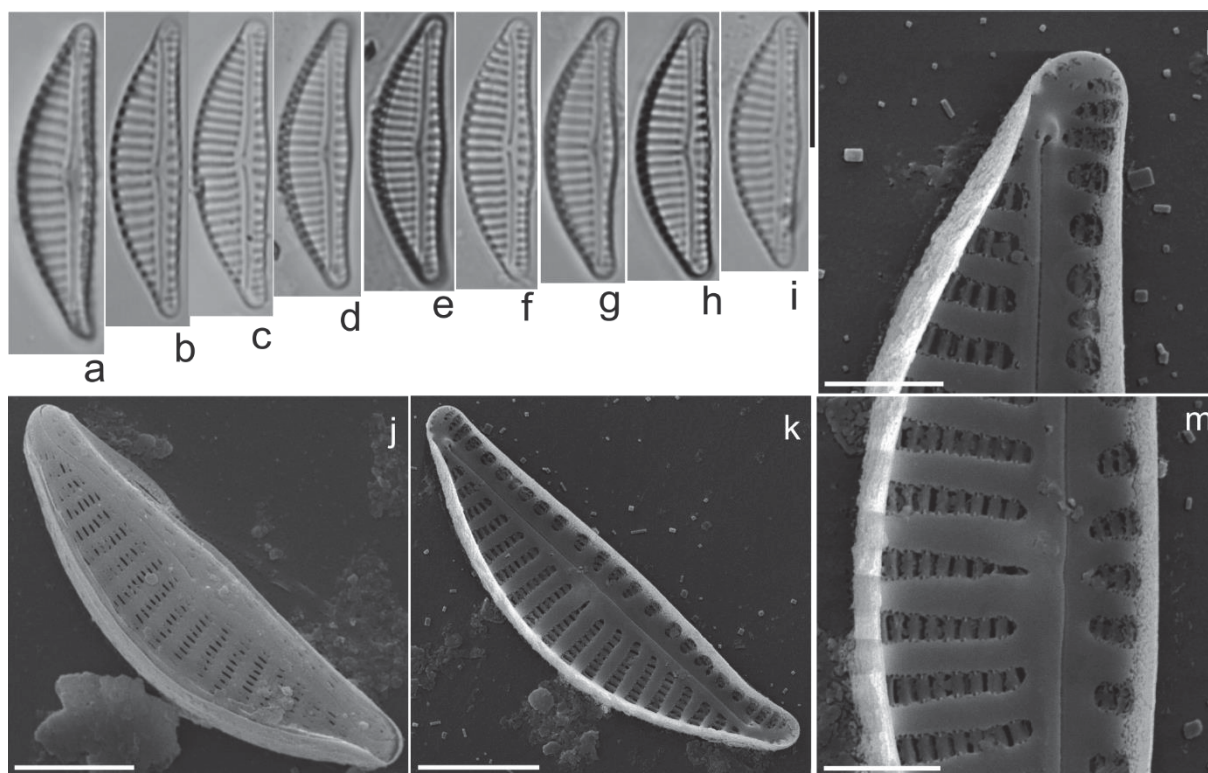
Em MEV: Externamente, as estrias consistem em aréolas grosseiras em forma de fenda (Fig.50 j). Internamente, as aréolas são profundas, separadas por depressões silicosas, formando estrias bastante grosseiras (Fig. 46 k-m); terminação da rafe em pequena helictoglossa que são ligeiramente dobradas ventralmente (Fig. 46 l); Estigmóide em forma de fenda transapical (Fig. 46 m).

**Comentário:** Nossa identificação foi baseada no morfotipo 2 de *E. brevicapitatum* (tafel 27) apresentada por Krammer (1997a). Embora tamanho e extremidades sejam parecidos com *E. simile* Krammer, este difere da população cearense por nunca formar a “barriguinha pronunciada” (Krammer, 1997a), igual apresentado em nossos exemplares. Outro táxon *E. minutiforme* Krammer, apresenta características semelhantes, diferindo nos ápices menos arredondados, e pela área axial levemente lanceolada e não estreita como em *E. brevicapitatum* (Krammer, 1997a).

**Literatura consultada:** Krammer (1997a).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412, 78413); Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78416, 78417, 78418). Táxon encontrado no epifíton. Temperatura entre 22,9°C e 29,0°C, pH entre 5,31 e 8,3 e condutividade entre 31,3 e 188  $\mu\text{S/cm}$ .





**Figura 46. *Encyonema brevicapitatum*.** (a-i) Vista valvar, MO. (j-m) Vista valvar, MEV. (j) vista externa da valva, detalhe das estrias com aréolas em forma de fenda. (k-m) vista interna da valva. (l) detalhe do ápice, com terminação da rafe em uma pequena helictoglossa. (m) detalhe do estigmoide em forma de fenda transapical. Barras de escala: (a-i) 10 µm; (j-k) 5 µm; (l-m) 2 µm.

***Encyonema javanicum*** (Hustedt) Mann in Round, Crawford et Mann, *Diatoms*. p. 666. 1990.

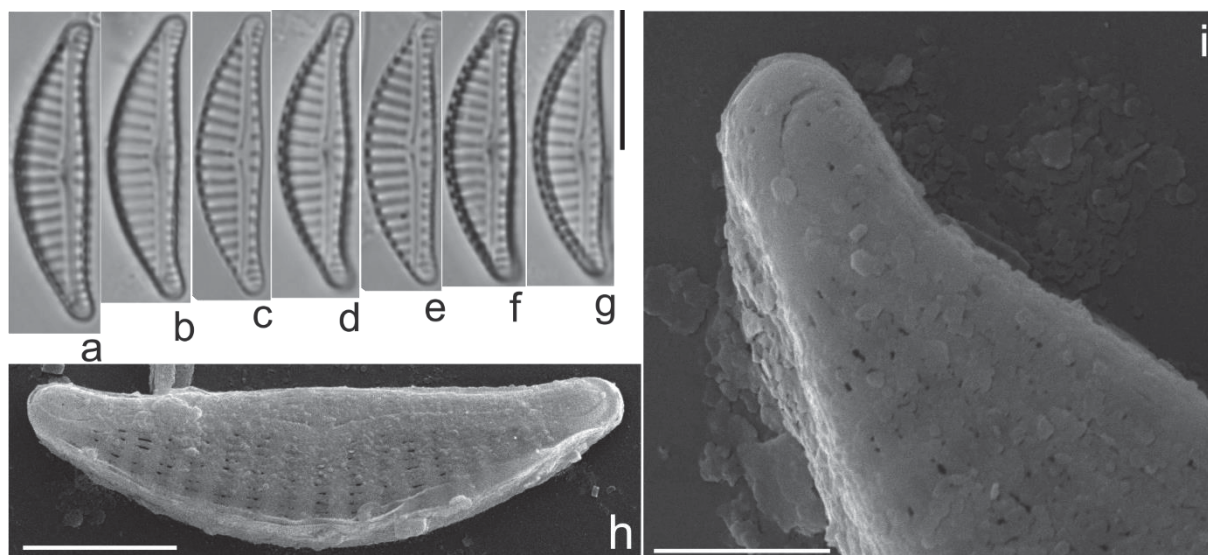
#### Figura 47. a-i

Valva dorsiventral; margem dorsal convexa, margem ventral côncava, sutilmente intumescida na região mediana; ápices subcapitados fletidos em direção à margem ventral; área axial estreita, linear; rafe filiforme, extremidades proximais voltadas para a margem dorsal; estrias levemente radiadas, mais distantes entre si no lado ventral que no lado dorsal. Comprimento 18,6-21-2 µm; Largura 4,7-5,3 µm; 11-12 estrias em 10 µm; razão C/L: 3,6 – 4,3.

**Comentário:** *Encyonema kuelbsii* Lange-Bertalot et Krammer difere de *E. javanicum* por apresentar menores dimensões de largura (4,4-4,6 µm), menor relação de C/L (máximo=3) e extremidades pouco pronunciadas. *E. minutum* (Hilse), Mann difere por não apresentar ápices fletidos para o lado ventral; maior densidade de estrias (15-18 em 10 µm) e menor razão comprimento/largura (2,6) (KRAMMER, 1997a).

**Literatura consultada:** Krammer (1997b).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Riacho do Açude Gangorra (UPCB 78394). Espécimes encontrados em apenas um dos pontos amostrais, no epifítton, com temperatura 32,8°C, pH 7,8 e condutividade 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 47. *Encyonema javanicum*.** (a-g) Vista valvar, MO. (j-k) Vista valvar externa, MEV. Barra de escala: (a-g) 10  $\mu\text{m}$ ; (h) 5  $\mu\text{m}$ ; (i) 2  $\mu\text{m}$ .

***Encyonema jemtlandicum*** Krammer, Biblioth. Diatomol. v.36, p.82, 166, pl. 35: figs. 1-9. 1997.

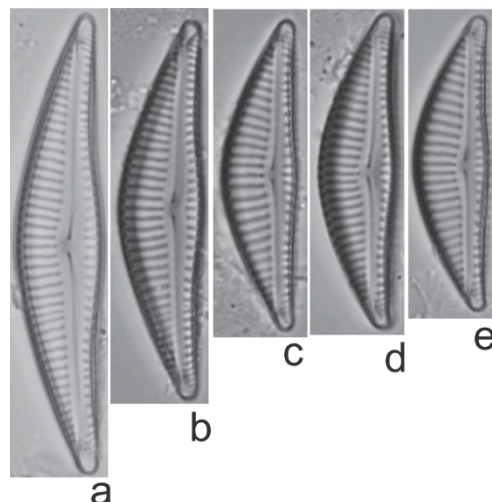
#### Figura 48. a-e

Valva dorsiventral; margem dorsal convexa; margem ventral quase reta com uma intumescência mediana; ápices estreitamente arredondados, não deslocado para a margem ventral; área axial deslocada ventralmente, estreita, mas levemente expandida na região central; rafe filiforme, extremidades proximais voltadas para a margem dorsal; estrias levemente radiadas, delicadas; um estigmóide localizado do lado dorsal, bem próximo à extremidade da estria mediana. Comprimento 28,8-44,7  $\mu\text{m}$ ; Largura 7,3-8,3  $\mu\text{m}$ ; 10-12 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; razão C/L: 3,9-5,5  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Encyonema jemtlandicum* possui similaridade com *E. hustedtii* Krammer e *E. neomesianum*, mas diferem em relação à densidade de estrias e tamanho. *E. hustedtii* apresenta valvas mais largas (10-13,4  $\mu\text{m}$ ) e menor densidade de estrias (7-10  $\mu\text{m}$ ), igualmente *E. neomesianum* apresenta menor densidade de estrias (8-10  $\mu\text{m}$ ) (KRAMMER, 1997a).

**Literatura consultada:** Krammer (1997a; 1997b); Montoya-Moreno et al. (2012).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Açude Gangorra (UPCB 78393, 78394). O táxon ocorreu apenas em amostras epifíticas, com temperatura entre 32,3°C e 32,8°C, pH 7,5 e 7,8 e condutividade de 139 e 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 48. *Encyonema jemtlandicum*.** (a-e) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Encyonema neogracile* var. *tenuipunctatum*** Krammer, Biblioth. Diatomol. v.36, p.178, pl. 85, fig.1-6. 1997.

#### **Figura 49. a-g**

Valva moderadamente dorsiventral, com margem dorsal convexa e margem ventral levemente convexa até a área central; área axial estreita, levemente lanceolada; área central quase indistinta; ápices subcapitados, levemente curvados para a região ventral; rafe filiforme, extremidades distais desviadas para o lado ventral e extremidades proximais desviadas para o lado dorsal; estrias paralelas e aréolas inconspícuas. um estigmóide localizado do lado dorsal na extremidade da estria mediana. Comprimento 35,3-39,9  $\mu\text{m}$ ; largura 6,4-7,0  $\mu\text{m}$ ; 13-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

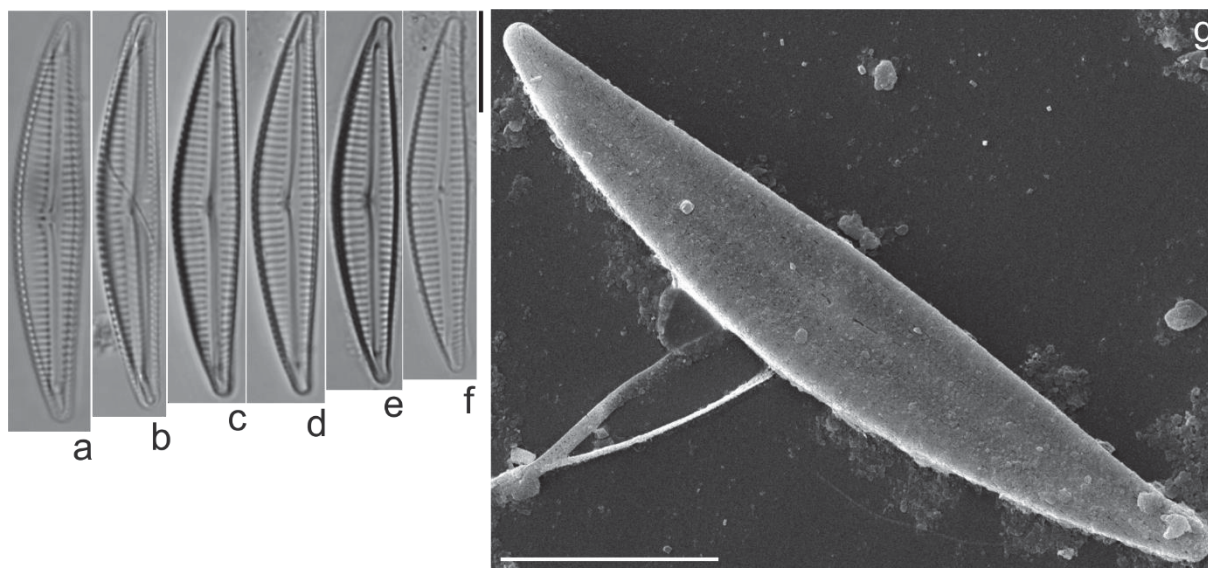
**Comentário:** Esta população aqui apresentada é condizente a *E. neogracile* var. *tenuipunctata* (ver figs. 4-7; Krammer, 1997a), descrita usando material coletado na lagoa Santarém, Brasil, contudo difere apenas em relação a área axial ser estreitamente lanceolada na região central. Vouilloud et al. (2010) apresenta a espécie em MEV, onde mostra a área axial levemente lanceolada, igualmente observado na população deste estudo. Difere da variedade típica pois esta tem menor densidade de aréolas e, por isso, elas são conspícuas em MO, enquanto *E. neogracile* var. *tenuipunctatum* são inconspícuas (Krammer, 1997).



A população neste estudo se assemelha a *Encyonema metzeltinii* Krammer, nas medidas de comprimento e largura (comp. 24-47  $\mu\text{m}$ ; larg. 5,5-7,4  $\mu\text{m}$ ); mais o contorno valvar em *E. metzeltinii* é quase rômboico, tanto na margem dorsal quanto na ventral, e nesta população apenas região dorsal apresenta-se levemente rombo-lanceoladas, e a região ventral é quase reta. Além disso, *E. metzeltinii* apresenta uma área axial visivelmente mais larga e aréolas mais grosseiras (KRAMMER, 1997b).

**Literatura consultada:** Krammer (1997a; 1997b); Vouilloud et al. (2010); Montoya-Moreno et al. (2012); Marquardt; Bicudo (2014).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Riacho do Açude Gangorra (UPCB 78394). A população ocorreu em amostra epifítica, com temperatura 32,8°C, pH 7,8 e condutividade 238  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 49. *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctatum*.** (a-f) Vista valvar, MO. (g) Vista valvar em MEV. Barras de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Encyonema neomesianum*** Krammer, Biblioth. Diatomol. v.37, p.5. 1997.

Basinômio: *Cymbella mesiana* Cholnoky, Hydrob 7:160, fig.11-12. 1955.

#### Figura 50. a-h

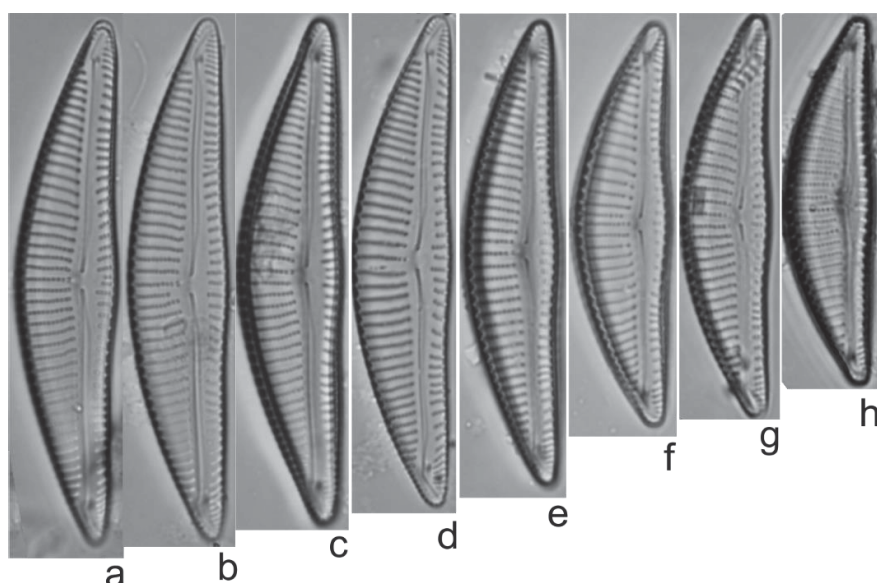
Valvas dorsiventrais; margem dorsal fortemente convexa, margem ventral levemente convexa, algumas vezes com leve intumescimento na região mediana; ápices atenuado-arredondados, reto e não destacado; área axial estreita, linear a lanceolada, alargando ligeiramente formando uma pequena área central; rafe filiforme, lateral, extremidade proximal levemente arredondada a formato de gota

meio curva, extremidade distal em forma de vírgula, voltada para a margem ventral; estrias levemente radiadas, se tornando mais próximas umas das outras na extremidades; um estigmóide presente na região mediana do lado dorsal. Comprimento 37,1-54,1  $\mu\text{m}$ ; Largura 8,6-10,6  $\mu\text{m}$ ; 8-10 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 21-24 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ ; razão C/L: 4,1-5,6  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Encyonema vulgare* Krammer e *E. neomesianum* Krammer são duas espécies difíceis de distinguir. As diferenças apresentadas por Krammer (1997a) para o material é que os espécimes maiores em *E. neomesianum* são muito maiores, até 70  $\mu\text{m}$ , e as aréolas são finamente pontilhadas em foco alto e baixo, muito fracas. E ainda, ao observar os dois espécimes em Krammer (1997a) é possível notar também que *E. neomesianum* tem maior razão comprimento/largura e tem areolação um pouco mais delicada do que *E. vulgare*. As populações de *E. vulgare* apresentadas por Vouilloud et al. (2010) assemelham-se à população ceraense, mas apresentam estriação mais grosseira do que em *E. neomesianum*.

**Literatura consultada:** Krammer (1997a; 1997b).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Varjota, Açude araras (UPCB 78392); Graça, Cachoeira do Belizário (UPCB 78398); Catunda, Açude carmina e Açude celso (UPCB 78409, 78410); Meruoca, Sítio cachoeira (UPCB 78419); Massapê, Fazenda UVA (UPCB 78406). Este táxon ocorreu principalmente em amostras de Açude, no epifíton, com temperatura entre 25,0°C e 33,5°C, pH 7,57 e 8,5 e condutividade entre 54,5 e 255  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 50. *Encyonema neomesianum*.** (a-h) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$



***Encyonema silesiacum*** (Bleisch) Mann, in Round, Crawford et Mann, Diatoms. p. 667. 1990.

Basiônimo: *Cymbella silesiaca* Bleisch in Rabenhorst, Alg. Europ. no. 1802. 1865.

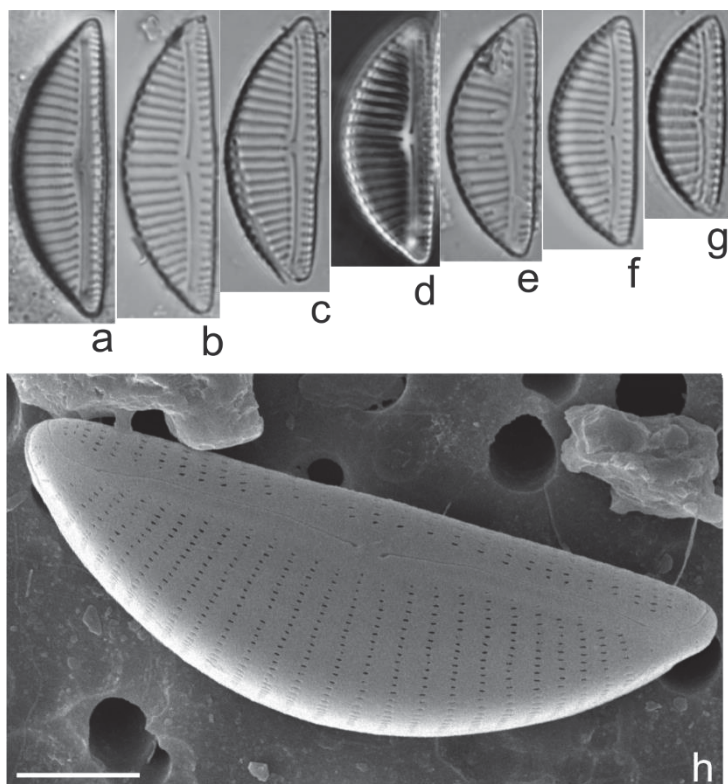
#### **Figura 51. a-h**

Valvas fortemente dorsiventrals, margem dorsal convexa, margem ventral quase reta, às vezes com leve intumescimento mediano; extremidades atenuadas; área axial linear, estreita, alargando-se na região mediana; rafe filiforme, extremidades proximais da rafe fletidas dorsalmente, extremidades distais fletidas ventralmente; estrias levemente radiadas em direção às extremidades, algumas vezes mais distantes na região mediana dorsal; um estigmóide localizado do lado dorsal na extremidade da estria mediana. Comprimento 24,3-37,2 µm; largura 7,7-9,4 e 9-11 µm estrias em 10 µm.

**Comentário:** As populações deste estudo estão em conformidade com a descrição e as ilustrações do isoelectótipo da espécie apresentadas em Krammer (1997a). Tanto na variação das medidas como no conjunto das demais características.

**Literatura consultada:** Krammer (1997a); Werum; Lange-Bertalot (2004); Marquardt; Bicudo (2014).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399) e Rio Acaraú (UPCB 78405, 78406); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408); Catunda, Açude Carmina (UPCB 78409) e Açude do Celso (UPCB 78410); Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412). A espécie ocorreu em amostra episâmica e principalmente em amostras epifíticas, em riachos com temperatura entre 26,1°C e 30,2°C, pH 6,63 e 7,93 e condutividade entre 174,3 e 257 µS/cm.



**Figura 51. *Encyonema silesiacum*.** (a-g) Vista valvar, MO. (h) Vista valvar, MEV. Barras de escala: (a-g) 10 μm; (h) 5 μm.

### ***Encyonema* sp. 1**

#### **Figura 52. a-j**

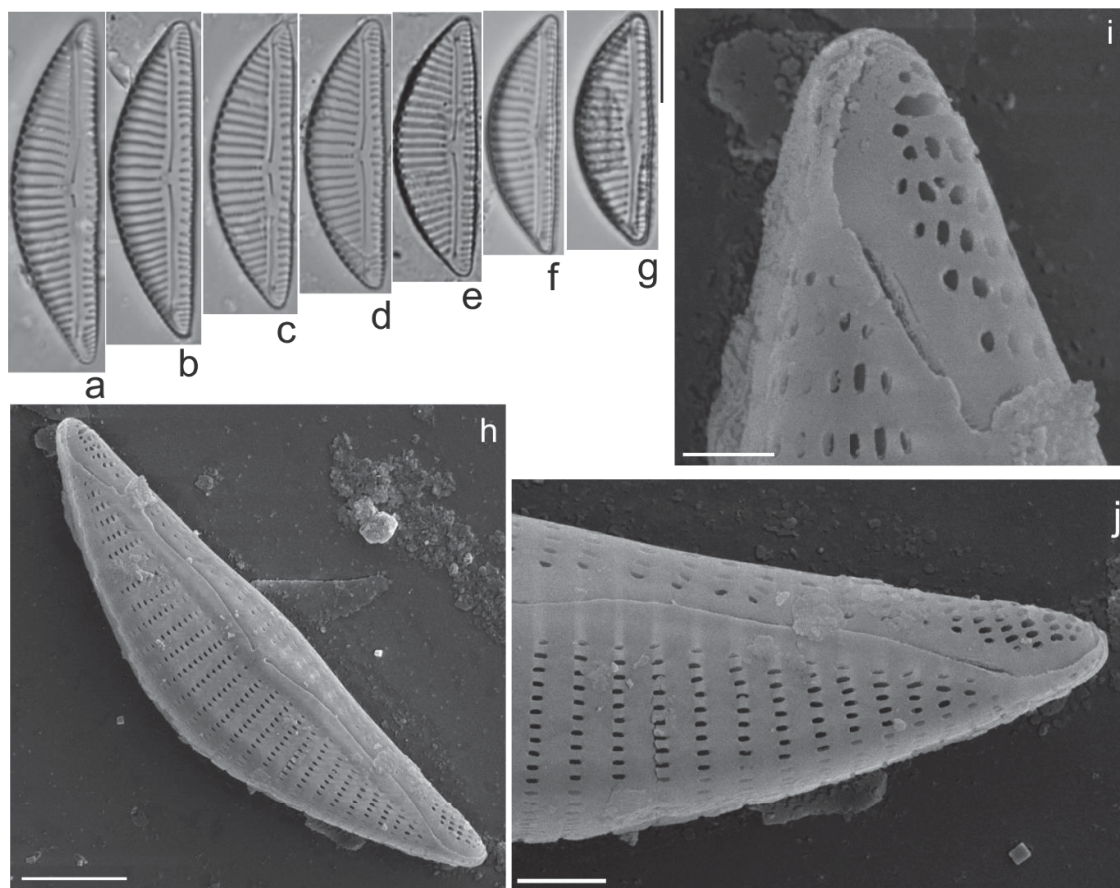
Valvas dorsiventrais; margem dorsal convexa, margem ventral quase reta, levemente convexo; ápices moderadamente atenuados, área axial linear-lanceolada; rafe filiforme, extremidades proximais inclinadas para a margem dorsal; estrias levemente radiadas, mais distantes na região mediana da valva. Comp. 18,4-27,7 μm; Larg. 6,9-8,7 μm; 9-10 estrias em 10 μm; razão comprimento/largura: 2,5-3,2.

Em MEV: Externamente, as estrias consistem em aréolas quase retangulares arredondadas (Fig. 52 j). No ápice estrias irregulares de diferentes comprimentos consistindo de grandes aréolas arredondadas (Fig. 52 i). Na região central do esterno da rafe as aréolas são diminutas, quase arredondadas (Fig. 52 j). A rafe é fina e filiforme, levemente sigmóide (Fig. 52 h), extremidade distal alongada, dobrada em direção ao lado ventral (Fig. 52 i), e proximal direcionada para o lado ventral (Fig. 52 h). Estigmóide pontuado, próximo a estria mediana (Fig. 52 h).

**Comentário:** É uma das formas geralmente incluídas em *E. silesiacum* (Fig. 51 a-h), mas difere nos ápices mais agudos encontrados em *Encyonema* sp. 1.

A população de *Encyonema minutum* (Hilse), DG Mann apresentada por Krammer (1997a), tem características semelhantes a *Encyonema* sp. 1, contorno valvar, rafe filiforme, não reta, ápices moderadamente arredondados e não destacados da valva. Mas difere principalmente na menor variação das medidas (Comp. 7-23  $\mu\text{m}$ ; larg. 4,2-6,9  $\mu\text{m}$ ) e maior densidade de estrias (15-18 em 10  $\mu\text{m}$ ) (KRAMMER, 1997a).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Catunda, Açude do Celso (UPCB 78411); Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412, 78413); Graça, Cachoeira do Belizário (UPCB 78398), Massapê, Córrego temporário (UPCB 78399); Massapê, fazenda UVA (UPCB 78406), Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408). Os táxons ocorreram em amostras epilíticas e epifíticas, com temperatura entre 26,1°C e 29,0°C, pH entre 6,63 e 8,5 e condutividade entre 54,5 e 257  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 52. *Encyonema* sp. 1.** (a-g) Vista valvar, MO. (h-j) Vista valvar em MEV. Vista externa da valva, (h-j) detalhe do arranjo de aréolas, (i) no ápice estrias irregulares de diferentes comprimentos consistindo de grandes aréolas arredondadas. (h) detalhe da rafe levemente sigmóide, e detalhe do estigmóide. Barras de escala: (a-g) 10  $\mu\text{m}$ ; (h) 5  $\mu\text{m}$ ; (j) 2  $\mu\text{m}$ ; (i) 1  $\mu\text{m}$ .

**Placoneis Mereschowsky**

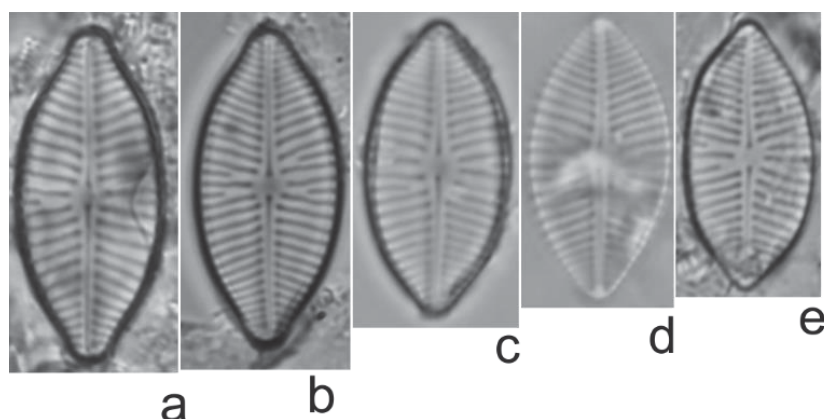
***Placoneis rhombelliptica*** Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez, Iconogr. Diatomol. v.15,p.193, pl. 71: figs. 16-23; pl. 76: fig. 2. 2005.

**Figura 53. a-e**

Valvas amplamente elípticas; extremidades cuneadas a quase subrostrada; esterno da rafe estreito, linear; área central limitada pelo encurtamento e alongamento irregular das estrias medianas; rafe filiforme; estrias radiadas; aréolas inconspícuas; estigma ausente. Comprimento 17,5-19,6  $\mu\text{m}$ ; largura 8,0-9,0  $\mu\text{m}$ ; 15-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Metzeltin et al. (2005).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú/Derby (UPCB 78403); Margem esquerda (UPCB 78408). Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398). Amostra fitoplanctônica e epilítica. Temperatura 27,1°C; pH8,5 e condutividade 54,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 53. *Placoneis rhombelliptica*.** (a-e) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Placoneis symmetrica*** (Hustedt) Lange-Bertalot, in Metzeltin, Lange-Bertalot, García-Rodríguez, Iconogr. Diatomol. 15: 197. 2005.

Basiônimo: *Navicula constans* var. *symmetrica* Hustedt, Abh. Naturwiss. Vereins Bremen 34: 289, figs. 40, 41. 1957.

**Figura 54. a-i**

Valvas elípticas; extremidades subcapitadas a capitadas; esterno da rafe estreito, linear; área central arredondada, irregularmente delimitada por estrias medianas curtas e longas; rafe filiforme, reta; estrias fortemente radiadas, tornando-se paralelas nos ápices, e em maior densidade próximo às extremidades; aréolas inconspícuas; estigma ausente. Comprimento 26,2-34,2  $\mu\text{m}$ ; largura 10,0-11,3  $\mu\text{m}$ ; 11-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .



**Comentário:** Difere de *Placoneis constans* (Hustedt) Cox devido à presença de estigma e nódulo central distinto nesta espécie (LANGE-BERTALOT et al., 2017).

**Literatura consultada:** Simonsen (1987); Metzeltin et al. (2005); Lange-Bertalot et al. (2017).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Massapê, Córrego temporário/Fazenda UVA (UPCB 78399). Sobral, Pedra da Andorinha/Espelho d'água (UPCB 78402). Catunda, Açude do Celso. Sobral, Rio Acaraú/ Derby (UPCB 78404). Varjota, Açude Araras (UPCB 78392). Amostras epifíticas com pH entre 6,68-7,8; temperatura entre 30,0-31,0 e condutividade entre 195,3-273  $\mu\text{S/cm}$ .

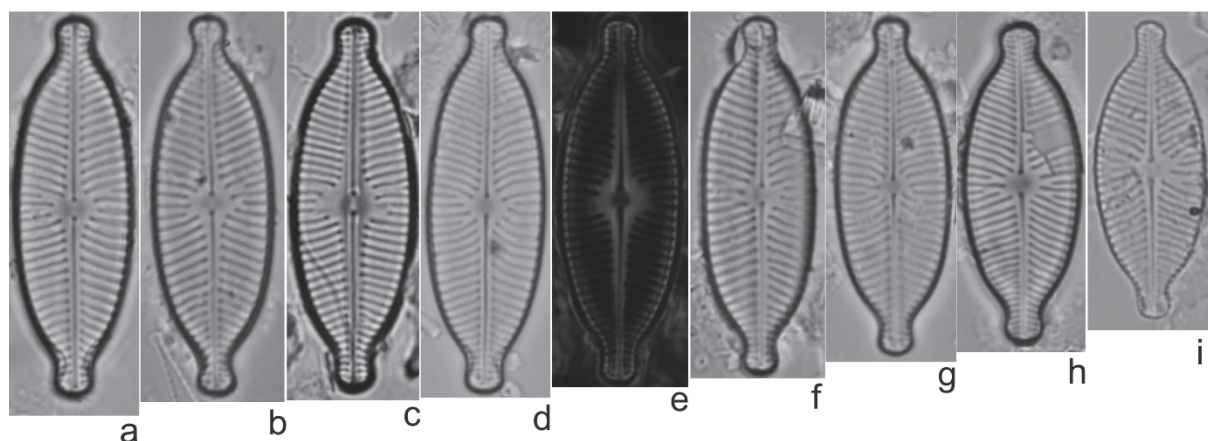


Figura 54. *Placoneis symmetrica*. (a-i) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

### *Placoneis* sp. 1

#### Figura 55.

Valvas linear lanceoladas; extremidades sub-rostrada; esterno da rafe estreito, linear; área central arredondada; rafe filiforme; estrias fortemente radiadas, mais espaçadas da região mediana e em maior densidade próximo às extremidades; aréolas inconspícuas; estigma ausente. Comprimento 22,7  $\mu\text{m}$ ; largura 9,2  $\mu\text{m}$ ; 11 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Nossos exemplares apresentaram menores variações métricas em relação a descrição de Kulikovskiy et al (2012) (comp. 30-50  $\mu\text{m}$ , largura 12-20  $\mu\text{m}$ ) para *Placoneis placentula* Grunow. Além disso, não representa a forma mais típica da espécie, baseada no neótipo designado em Cox (2003, fig. 48).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Rio Acaraú/Fazenda UVA (UPCB 78406). Amostra fitoplanctônica, sem dados ecológicos.





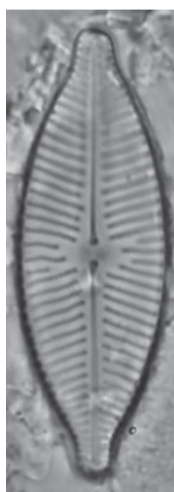
**Figura 55. *Placoneis* sp. 1.** Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

### ***Placoneis* sp. 2**

### **Figura 56.**

Valva lanceolada; extremidades sub-rostradas; esterno da rafe estreito, linear; área central limitada pelo encurtamento e alongamento irregular das estrias medianas; rafe filiforme; estrias fortemente radiadas, mais espaçadas da região mediana e em maior densidade próximo às extremidades; aréolas inconspícuas; estigma ausente. Comprimento 34,0  $\mu$ m; largura 11,6  $\mu$ m; 11 estrias em 10  $\mu$ m.

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398). Amostra epilítica, temperatura 27,1°C, pH 8,5 e condutividade 54,5  $\mu$ S/cm.



**Figura 56. *Placoneis* sp. 2.** Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

### 3.1.10 Família Gomphonemataceae Kützing

### ***Gomphonema* Ehrenberg**

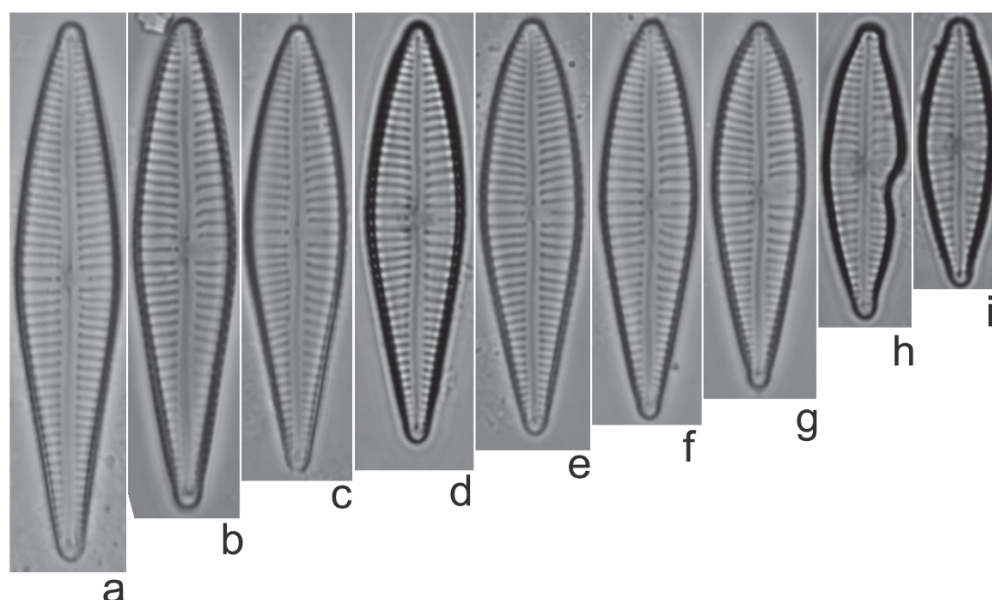
***Gomphonema acidoclinatum*** Lange-Bertalot et Reichardt, in Werum, Lange-Bertalot 160, pl.92: figs 1-19; pl. 93: figs 1-3. 2004.

### **Figura 57. a-i**

Valvas rombo-lanceoladas a lanceoladas, ápices atenuados, e base aguda atenuada; área axial estreita, linear; área central expandida unilateralmente, limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; rafe com extremidades proximais sutilmente curvadas na direção do estigma; estrias paralelas na região mediana, radiadas em direção aos polos, aréolas inconspícuas; estigma localizado bem próximo de uma estria mediana encurtada. Comprimento: 20,2-42,4  $\mu\text{m}$ ; largura: 6,0-8,1  $\mu\text{m}$ ; 12–15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Werum; Lange-Bertalot (2004), Reichardt (2015).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Viçosa do Ceará, Rio Quatiguaba (UPCB 78412), amostra epifítica com temperatura 29,0°C; pH 7,93 e condutividade 174,3  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 57. *Gomphonema acidoclinatum*.** (a-i) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$

***Gomphonema affine*** Kützing, Bacill. p.86, pl.30, fig.54. 1844.

#### **Figura 58. a-j**

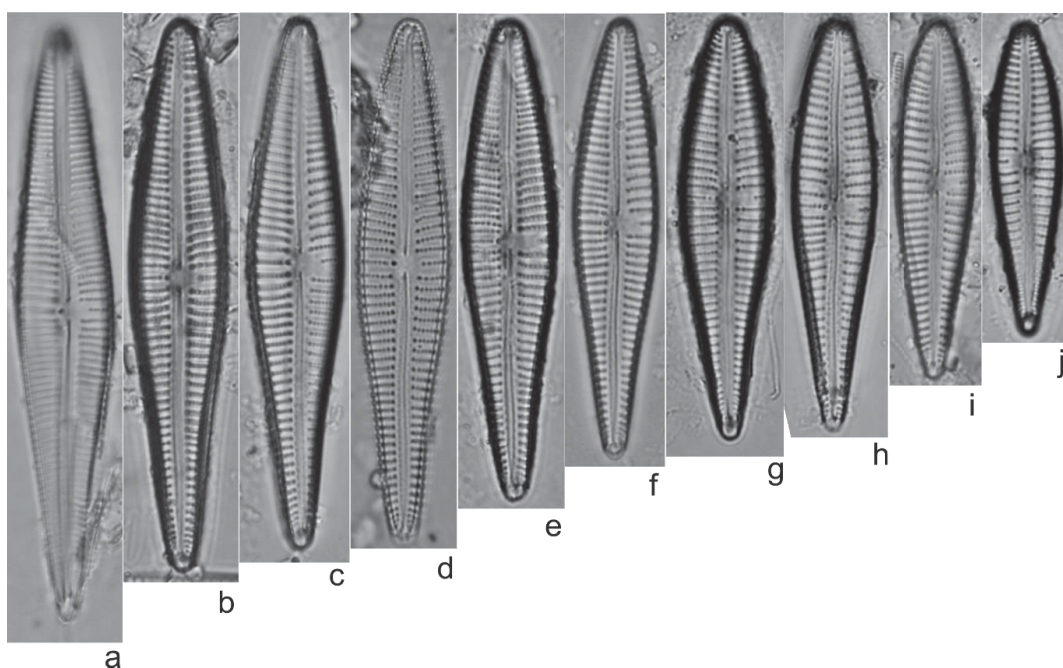
Valvas rombo-lanceoladas a lanceoladas, ápices arredondados, bases atenuadas-arredondadas; área axial estreita, linear; área central expandida unilateralmente, limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; rafe lateral, com extremidades proximais discreta, sutilmente curvada para o estigma; estrias paralelas, levemente irradiam na região mediana, e nos polos irradiam mais fortemente; aréolas conspícuas; estigma no final de uma estria mediana encurtada.

Comprimento: 43,3–80,3  $\mu\text{m}$ ; largura: 10,2–13,2  $\mu\text{m}$ ; 8–10 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 18–22 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Gomphonema uruguayense* Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez, apesar de exibir semelhança em relação ao contorno valvar e variação de comprimento e largura, diferencia-se por apresentar as estrias medianas encurtadas de ambos os lados da valva e ápices mais arredondados (METZELTIN et al., 2005).

**Literatura consultada:** Reichardt (1999); Patrick; Reimer (1975); Krammer; Lange-Bertalot (1986).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Sobral, Açude Jaibaras (UPCB 78395); Catunda, Açude Carmina (UPCB 78409). Espécimes encontrados apenas em amostras epifíticas de açudes. Ambientes com temperatura entre 30,2°C e 33,5°C, pH 7,57 e 8,8 e condutividade entre 218 e 255  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 58. *Gomphonema affine*.** (a-j) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Gomphonema affinopsis*** Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez, Iconogr. Diatomol. v.15, p.77, pl.147, fig. 9–14. 2005.

### Figura 59

Valva heteropolar claviforme, ápice amplamente arredondado, base atenuado-arredondada; esterno linear, moderadamente estreito; área central limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma localizado próximo a uma estria

mediana. Rafe levemente sinuosa, extremidades proximais levemente curvas para o lado do estigma; estrias paralelas na região central, irradiando nas extremidades; aréolas pontuadas. Comprimento: 45,5  $\mu\text{m}$ , largura: 12,3  $\mu\text{m}$ , 9 estrias em 10  $\mu\text{m}$ ; 16 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Metzeltin et al. (2005); Medeiros et al. (2018).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú/Margem esquerda (UPCB 78408). Espécie encontrada em amostra epifítica. Temperatura de 30,2°C, pH 6,87 e condutividade 266  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 59. *Gomphonema affinopsis*.** ista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Gomphonema brasiliense*** Grunow, in Schneider (ed.), Naturw. Beitr. Kenntn. Kaukasusländer, p. 110. 1878.

#### **Figura 60. a-g**

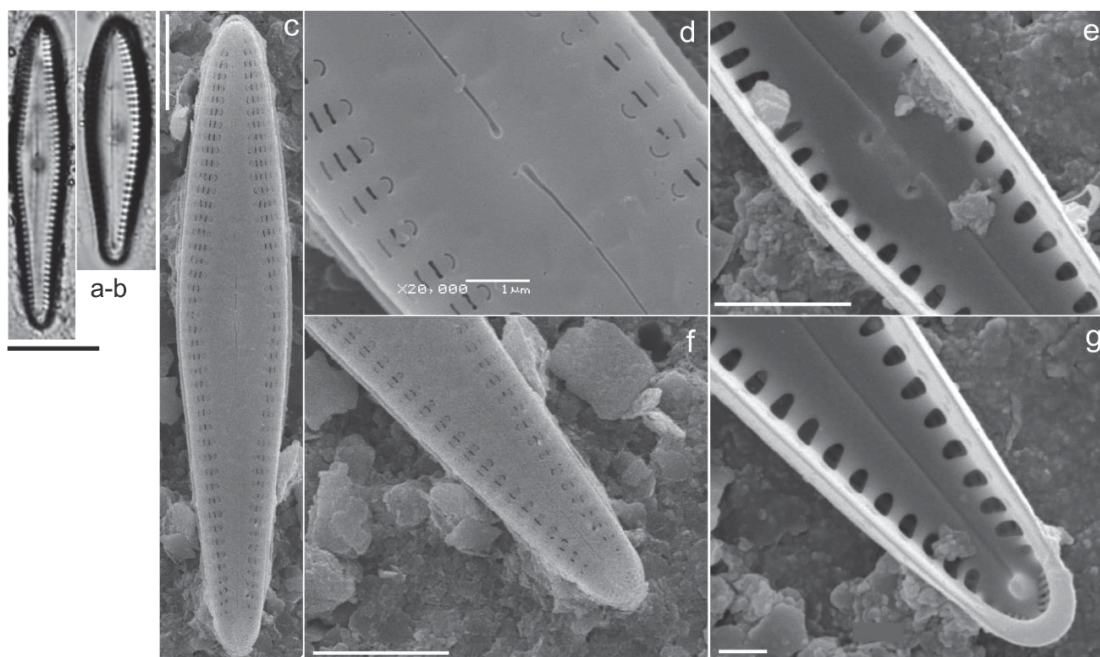
Valvas heteropolares lanceoladas; ápices arredondados, bases atenuadas-arredondadas; área axial ampla, lanceolada, delimitada pelo encurtamento regular das estrias; ausência de estigma; rafe reta, com extremidades proximais dilatadas em pequenos poros, nódulo central refringente; estrias paralelas a levemente radiadas nas extremidades, encurtadas regularmente em toda a valva. Aréolas inconspícuas. Comprimento: 27,5-35  $\mu\text{m}$ ; largura 6-7,5  $\mu\text{m}$ ; 13-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV a superfície valvar externa apresenta sutis depressões; rafe proximal reta, ligeiramente expandida (Fig. 61 d); estrias unisseriadas, e aréolas externamente abertas em forma de fenda na maior parte da valva; as aréolas que margeiam a área axial são em forma de “C” (Fig. 61 d-e).

**Comentário:** *Gomphonema brasiliense* Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez é distinguido de *G. brasiliense* principalmente por apresentar maior largura valvar, menor densidade de estrias e estrias bisseriadas (METZELTIN et al., 2005), enquanto *G. brasiliense* apresenta estrias unisseriadas em forma de “C” e alongadas. (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1985).

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1985); Metzeltin et al. (2005).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78407). Encontrada no fitoplâncton e no epilítion pH 6,63; temperatura 26,1°C e condutividade 257µS/cm.



**Figura 60. *Gomphonema brasiliense* (a-g).** (a-b) Vista valvar, MO. (c-g) Vista valvar, MEV. (d) Vista externa da valva. Área central; ausência de estigma, estrias unisseriadas, sendo as próximas do externo da rafe em formato de “c” e as demais em forma de fenda. (e) Vista interna da valva, estrias alveoladas, fissura proximal da rafe em forma de gancho. (f) Campos de poros na base em vista externa. (g) detalhe da terminação distal da rafe em helictoglossa. Barra de escala: 10 µm (a-b); 5 µm (c; f); 2 µm (e); 1 µm (d; g).

***Gomphonema camburnii*** Metzeltin et Lange-Bertalot, Iconogr. Diatomol. 5: 113. 1998.

### Figura 61

Valva lanceolada-naviculoide; ápices agudamente arredondados e base atenuado-arredondadas; área central indistinta; área axial ampla, lanceolada a rômbico-lanceolada, delimitada pelo encurtamento regular das estrias transapicais.; ausência de estigma; rafe filiforme, com extremidades proximais dilatadas em



pequenos poros; estrias grosseiras, paralelas, regularmente encurtadas em toda a extensão da valva; áréolas inconspícuas. Comprimento 21,4µm; largura 4,5 µm; 16 estrias em 10 µm.

**Comentário:** semelhante à *Gomphonema brasiliense* ssp. *pacificum* G. Moser, Lange-Bert. et Metzeltin em relação às medidas (comp. 19,9–26,6 µm; larg. 4–4,9 µm), mas difere na densidade de estrias (12-14 em 10 µm), na ornamentação da valva (estritamente lanceolada, com os ápices redondo-atenuado e a base redonda-atenuada) e na presença de estigma (MEDEIROS et al., 2018; METZELTIN et al., 2005). O critério para identificação seguiu essas diferenças, a variação métrica e a descrição original de Metzeltin; Lange-Bertalot (1998), mesmo apresentando densidade maior de estrias (11-15/10 µm e 16/10 µm). Por falta de uma população maior para melhor comparação optou-se por identificá-lo como *Gomphonema camburnii*.

**Literatura consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot (1998).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78407). Encontrada em amostras coletadas de área de vazamento (bica) no epilítton, pH 6,63; temperatura 26,1°C e condutividade 257µS/cm. E em riacho no fitoplâncton, sem dados químicos.



**Figura 61. *Gomphonema camburnii*.** (a) Vista valvar em MO. Barra de escala: 10 µm.

***Gomphonema capitatum*** Ehrenberg, Infus., 217, pl. 18: Figura 2, 1838.

#### **Figura 62.**

Valva claviforme, com região mediana intumescida; extremidade apical amplamente arredondada; extremidade basal arredondada; área axial linear; área elíptica, delimitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas; rafe levemente sinuosa, extremidades proximais dilatadas em poro e fletidas em direção ao estigma e fissuras terminais em forma de gancho, fletidas opostamente ao estigma; estrias

radiadas, irregularmente encurtadas na região mediana, aréolas conspícuas. Comprimento 38,6 µm; largura 9,5 µm e 13 estrias em 10 µm.

Comentário: Nosso exemplar se assemelha aos apresentado em Kulikovskiy et al. (2015) e Levkov et al. (2016) em relação ao contorno valvar, e as intervalos de medida. No entanto, difere sutilmente da população de Kulikovskiy et al. (2015) em relação a região mediana ser menos arredondada, região central apresentar estrias encurtadas apenas de uma lado da valva na região mediana e a base ser mais aguda que arredondada. *G. capitatum* se assemelha à *G. laticollum* e *G. truncatum* Ehrenberg, no entanto estas espécies diferem por *G. laticollum* apresentar constrição menos pronunciada próxima às extremidades da valva e *G. truncatum* possuir estrias parcialmente ou totalmente compostas por fileira dupla de aréolas (Reichardt 2001). Outra espécie semelhante é *G. batei* Metzeltin, Lange-Bertalot et Harcía-Rodríguez, que difere por apresentar as extremidades apicais bem menos ampla, sendo mais discreta, e a região com maior ampliação é na região central, não na apical (METZELTIN et al., 2005).

**Literatura consultada:** Reichardt (2001).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú/ Derby (UPCB 78403). Amostra fitoplanctônica, sem dados químicos.



**Figura 62.** *Gomphonema capitatum* Vista valvar em MO. Barra de escala: 10 µm.

***Gomphonema contraturris*** Lange-Bertalot et Reichardt, in Lange-Bertalot, Biblioth. Diatomol. v. 27, p.57, pl. 78: figs. 2-9; pl. 79: figs. 1-5. 1993.

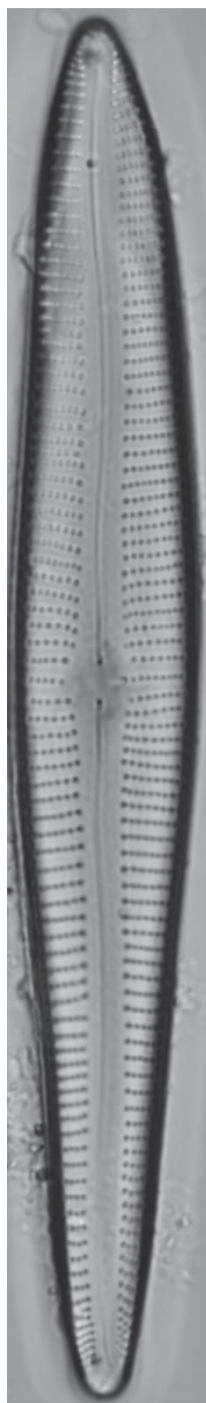
### **Figura 63**

Valva heteropolar claviforme quase rômbo-lanceolada; ápice rostrado-apiculado, base atenuada, mais estreita que a extremidade apical; área axial

moderadamente larga, linear; área central pequena; estigma alongado; rafe ligeiramente sinuosa, com extremidades proximais pequenas em formato de gota, extremidades distais formando gancho largo; estrias paralelas em quase toda extensão valvar, levemente curvadas nas extremidades; aréolas conspícuas. Comprimento: 106,5  $\mu\text{m}$ ; largura: 13,6  $\mu\text{m}$ ; 10 estrias em 10  $\mu\text{m}$  e 18 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot et al. (1993); Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich (2000).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Catunda, Rio dos Macacos/Açude do Celso (UPCB 78410). Amostra epifítica, com pH 7,8 e temperatura 30,0°C, condutividade 210  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 63. *Gomphonema contraturris*.** Vista valvar em MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

***Gomphonema exilissimum*** (Grunow) Lange-Bertalot et Reichardt, Iconogr. Diatomol. v. 2, p.70, pl. 62: figs 23-27. 1996.

Basiônimo: *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing var. *exilissimum* Grunow, Synop. Diat. Belg., Atlas. pl. 25, fig. 12. 1880.

**Figura 64.**

Valva heteropolar lanceolada; ápice subcapitado, extremidade basal subcapitada; área axial estreita; área central formada por uma estria curta de um lado, e uma estria ligeiramente encurtada no lado oposto, com um estigma próximo a este; rafe levemente sinuosa; estrias paralelas a radiadas, mais espaçadas na área central; aréolas inconspícuas. Comprimento: 34,3  $\mu\text{m}$ ; largura: 7  $\mu\text{m}$ ; 12 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Assemelha-se a *G. lagenula* Kützing, e *G. parvulum* (Kützing) Kützing, diferenciado destes por ser mais estreito (MEDEIROS et al., 2018). Diferencia-se de *G. angusticapitatum* Levkov, Mitic-Kopanja et Reichardt por não apresentar estrias medianas paralelas e sim moderadamente radiadas na porção mediana da valva. E de *Gomphonema paraexilissimum* Levkov, Mitic-Kopanja et Reichardt pela largura menor da valva e a maior densidade de estrias (larg. 3,5-4,5  $\mu\text{m}$ ; estrias 17-20/10  $\mu\text{m}$ ) (LEVKOV et al., 2016).

**Literatura consultada:** Jüttner et al. (2013); Levkov et al. (2016).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414). Encontrada em amostra coletadas de área de vazamento (bica), amostra epilítica, sem dados químicos.



**Figura 64.** *Gomphonema exilissimum*. Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .



***Gomphonema hebridense*** Gregory, Microsc. Sci., v. 2, p. 90-100, pl. IV. 1854.

**Figura 65. a-j**

Valvas lineares a lanceoladas, porção mais larga na região mediana. Extremidades alongadas agudamente arredondadas. Área axial moderadamente estreita, se expandindo na região central, área central formada por uma curta estria de um lado, e uma estria ligeiramente encurtada no lado oposto, com um estigma próximo a este. Rafe fortemente lateral. Estrias paralelas a ligeiramente radiadas mais espaçada na área central, aréolas inconspícuas. Comprimento: 38-72,9  $\mu\text{m}$ ; largura: 6,1-8,5  $\mu\text{m}$ ; 12-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$  e 21 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

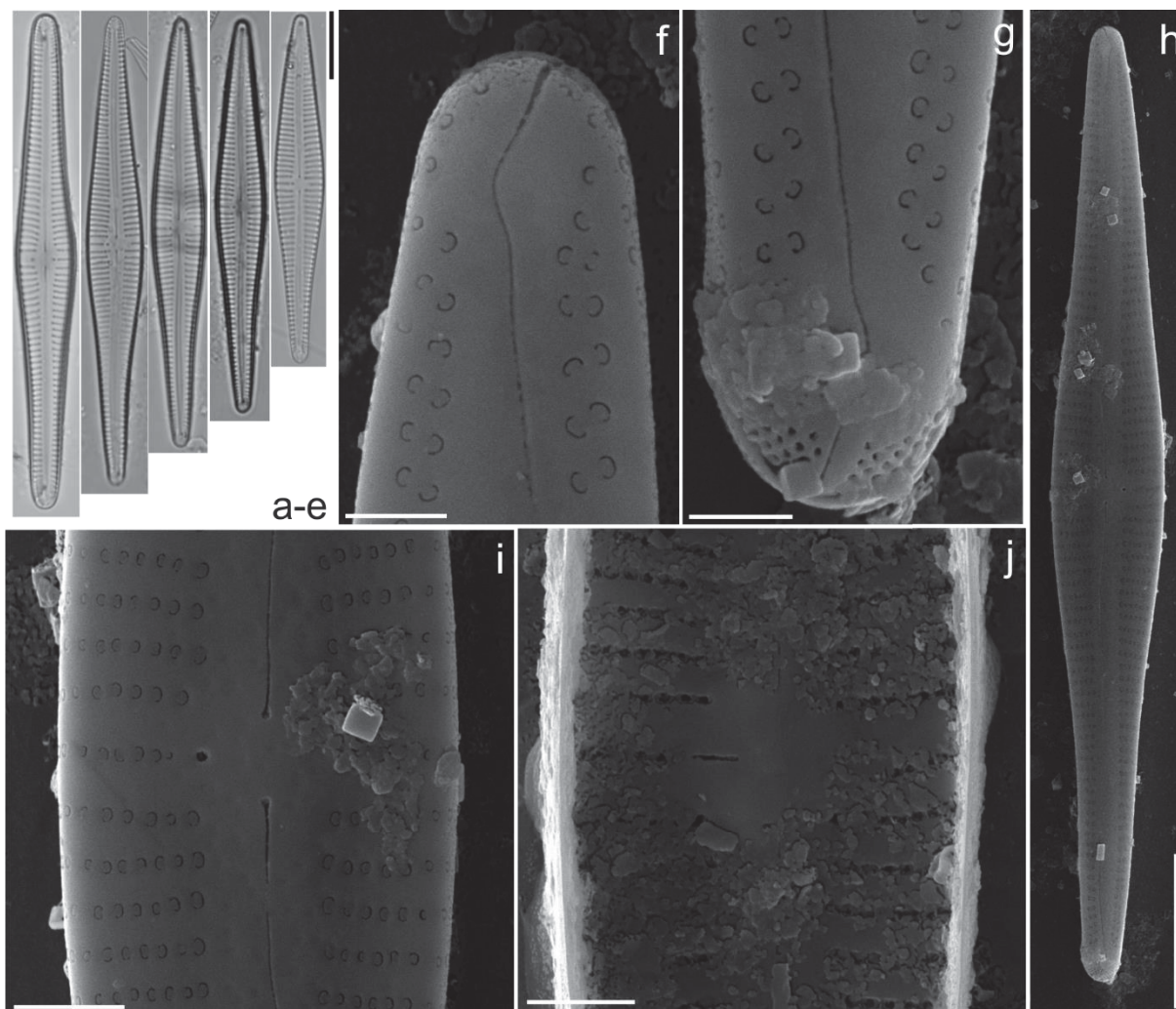
Em MEV, em vista externa as estrias são unisseriadas com arranjo de aréolas em forma de “C”. Estigma distinto, pontuado. Extremidades proximais da rafe em forma de gota, levemente inclinado para o lado do estigma (Fig. 65 i). Extremidades distais da rafe, inclinados abruptamente para o lado oposto ao estigma (Fig. 65 g-h). Campo de poros localizado na extremidade basal, interrompido pela terminação da rafe (Fig. 65 h). Em vista interna, estigma em forma de fenda transapical (Fig. 65 j).

**Comentário:** Em relação ao contorno valvar, ápices agudos arredondados e leve intumescimento na região mediana, torna-se bastante similar a *Gomphonema archaeovibrio* Lange-Bertalot et Reichardt e a *Gomphonema spiculoides* Gandhi. Nossa população difere de ambos. O primeiro não apresenta estrias medianas encurtadas, apresenta maiores valores métricos (Comp. 75-120  $\mu\text{m}$ ; Larg. 10,5-13  $\mu\text{m}$ ) e menor densidade de estrias (9-12 (11) em 10  $\mu\text{m}$ ), em MEV as aréolas são em formato sigmoide (REICHARDT, 1995; AZEVEDO et al., 2018). *Gomphonema spiculoides* Gandhi difere principalmente por apresentar maior largura (8–9  $\mu\text{m}$ ) (KARTHICK; KOCIOLEK, 2012). Outras espécies próximas são *Gomphonema cathedralis* Lange-Bertalot et Reichardt, diferindo por apresentar areolação conspícua e em menor densidade (20 em 10  $\mu\text{m}$ ) e também menor densidade de estrias (8-10 em 10  $\mu\text{m}$ ). *Gomphonema pratense* Lange-Bertalot et Reichardt, difere por apresentar ápices mais arredondados que agudos, e aréolas bem distinguíveis em LM (REICHARDT, 1999). A população cearense está condizente com as encontradas na literatura (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996; ROSE; COX, 2014; LANGE-BERTALOT et al., 2017), sendo melhor representada pela ilustração registrada por Lange-Bertalot, Metzeltin (1996), com exemplar mais agudo arredondado (fig. 64: 18), e outro menos agudo (fig. 64: 19). Nossos exemplares menores estão de acordo com os registrados por Rose e Cox (2014).

**Literatura consultada:** Lange-Bertalot; Metzeltin (1996).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Açude Gangorra/Riacho (UPCB 78394).

Material coletado de amostras epifíticas em Riacho, com pH 7,8 e 32,8°C de temperatura e condutividade 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 65. *Gomphonema hebridense*.** (a-e) Vista valvar, MO. (f-j) Vista valvar, MEV. (f) Detalhe das estrias no ápice e extremidade distal da rafe. (g) Detalhe do campo de poros na base. (i) vista externa da região mediana da valva, detalhe do estigma, extremidade proximal da rafe e padrão de aréolas em forma de “C”. (j) Vista interna da valva, estigma em forma de fenda transapical. Barras de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a-e, h); 2  $\mu\text{m}$  (i-j); 1  $\mu\text{m}$  (f-g).

***Gomphonema kobayasii*** Kociolek et Kingston, Canad. J. Bot. 77: 701, figs. 83-90, 96-102. 1999.

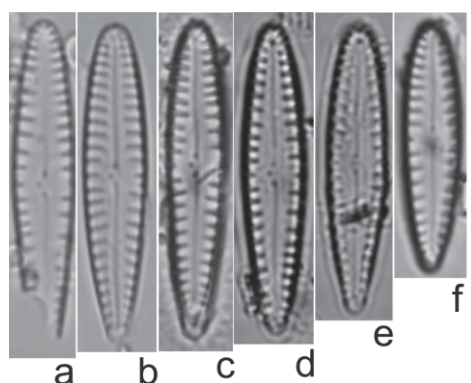
**Figura 66. a-f**

Valvas elíptico-lanceoladas; ápices arredondados, extremidades basais atenuadas; área axial linear lanceolada; área central arredondada, com estrias encurtadas em ambos os lados; as estrias centrais são mais espaçadas do que as outras, paralelas a levemente radiadas em direção ao ápice; rafe distal reta a levemente sinuosa; extremidades proximais dilatadas em poros, curvadas em direção ao estigma; aréolas inconspícuas; estigma isolado no centro da valva. Comprimento: 17,2-35  $\mu\text{m}$ ; largura: 3,8-5,6  $\mu\text{m}$ ; 10–12 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Nosso material apresenta estrias nitidamente mais curtas que *G. pumillum*, e as medidas de largura e de densidades de estrias também são um pouco menores. Assemelham-se à variedade *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* Reichardt et Lange-Bertalot. Medeiros et al. (2018) comenta que os dois táxons diferem por apresentar valva linear-lanceolada (METZELTIN et al., 2005. p. 534 fig. 370), enquanto em *G. pumilum*, a valva é lanceolada (LEVKOV et al., 2016. p. 486 fig. 23-25). Entretanto, nas amostras cearenses não se enquadra na variedade por apresentar comprimento (12-24  $\mu\text{m}$ ) e largura (3,0-4,5  $\mu\text{m}$ ) superiores aos citados por Levkov et al. (2016).

**Literatura consultada:** Levkov et al. (2016); Medeiros et al. (2018).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Sobral, Açude Jaibaras (UPCB 78395); Sobral, Olho d'água do Pajé (UPCB 78400); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408). Espécie encontrada em amostras coletadas de riachos e açudes, material epifítico coletado a partir de espremidos de raízes de macrófitas. Temperatura entre 30,2-33,5°C, pH entre 6,87 e 8,8 e condutividade 150,3 e 266  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 66. *Gomphonema kobayasii*.** (a-f) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

***Gomphonema lagenula*** Kützing, Bacill., p. 85, pl. 30, fig. 60. 1844.

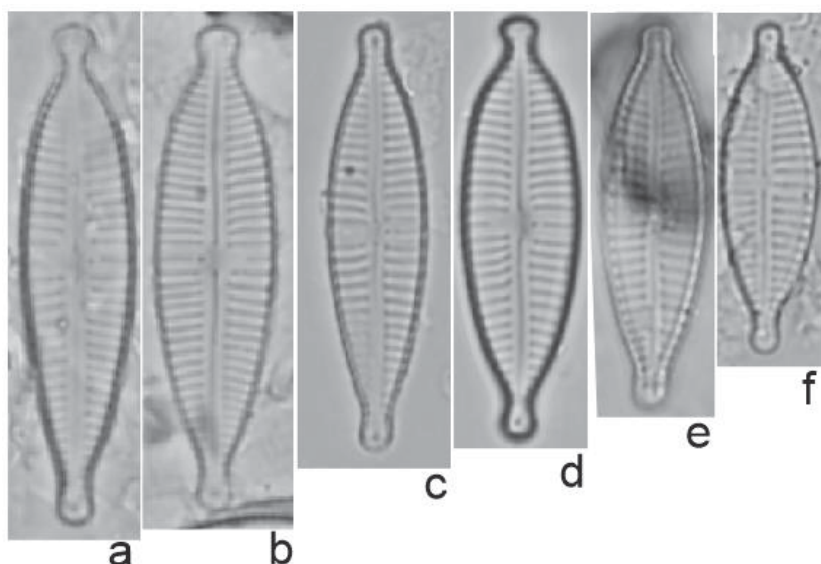
**Figura 67. a-g**

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas com ápices capitados a subcapitados e bases subcapitadas; esterno da rafe linear e estreito; área central retangular, delimitada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma presente; rafe reta, extremidades proximais fletidas para o lado em que o estigma está presente, terminações distais levemente expandidas; estrias unisseriadas, paralelas a levemente radiadas, as medianas mais afastadas das adjacentes, inconspícuas em MO. Comprimento: 16,4-28,8  $\mu\text{m}$ ; largura: 5,4-7,1  $\mu\text{m}$ , 13-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

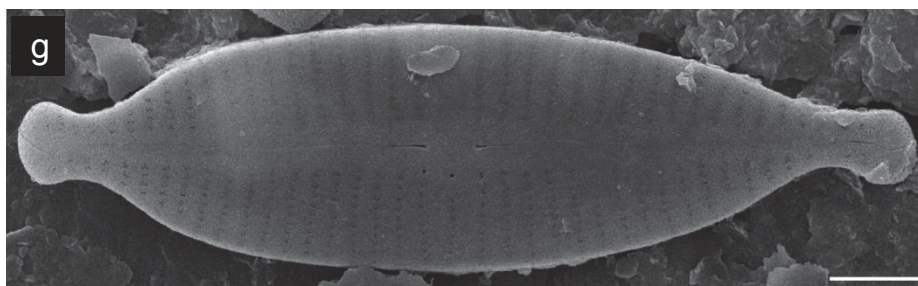
Em MEV estrias unisseriadas, extremidade proximal da rafe reta, em forma de gota, extremidades distais da rafe fletida para lados opostos (Fig. 66 i).

**Literatura consultada:** Reichardt (1999); Tremarin et al. (2009), Levkov et al. (2016).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396); Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Massapê, Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408); Catunda, Açude do Celso (UPCB 78411). Espécie encontrada em amostras coletadas de áreas de vazamento (bica), açude e riacho, material epilítico, e epifítico. Temperatura entre 26,1°C; 33,5°C e pH 6,63 e 7,57 e condutividade 255 e 266  $\mu\text{S/cm}$ .







**Figura 67. *Gomphonema lagenula*.** (a-g) Vista valvar, MO. (g) Vista valvar, MEV. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

***Gomphonema laticollum*** Reichardt, Studies on Diatoms, p. 199, pl. 5, figs. 1-14. 2001.

#### **Figura 68. a-c**

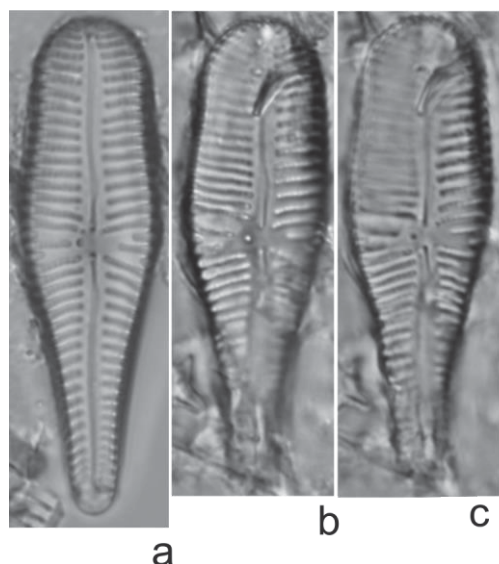
Valvas clavadas; intumescidas na região mediana; extremidade apical amplamente arredondada e basal atenuada-arredondada. Constrição acentuada próxima ao ápice; área axial estreita e linear, área central limitada pelo encurtamento irregular de 2 a 3 estrias na região mediana; rafe moderadamente sinuosa, extremidades proximais levemente curvadas para o lado do estigma; estrias radiadas aréolas conspícuas. Comprimento: 38,3-35,2  $\mu$ m; largura: 10,7-10,9  $\mu$ m; 10-12 estrias em 10  $\mu$ m e 21 aréolas em 10.

**Comentário:** Nossos exemplares são semelhantes ao material tipo registrado por Reichardt (2001). Levkov et al. (2016) propuseram *G. sublaticollum* Levkov, Mitic-Kopanja et E. Reichardt, o qual difere de *G. laticollum* por apresentar menores valores de largura (larg.: 7,5-10  $\mu$ m), e maior densidade de estrias (13-15 em 10  $\mu$ m) e aréolas (25-28 em 10  $\mu$ m). Em relação ao contorno valvar lembra *G. subcapitatum* (Grunow) E. Reichardt et Levkov mas este difere por apresentar a constrição nas extremidades apicais mais pronunciadas que as observadas em *G. laticollum* (LEVKOV et al., 2016).

**Literatura consultada:** Reichardt (2001); Metzeltin et al. (2005); Kulikovskiy et al. (2015).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Graça, Cachoeira Belizário (UPCB 78398). Táxons encontrados em amostra epilítica, pH 8,5, temperatura da água 27,1 °C e condutividade 54,5  $\mu$ S/cm.





**Figura 68. *Gomphonema laticollum*.** (a-c) Vista valvar, MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

***Gomphonema naviculoides*** Smith, Synop. British Diato. p. 98, pl. 32-60. 1856.

#### **Figura 69. a-r**

Valvas rombo-lanceoladas a lanceoladas com ápices subcapitados e bases atenuadas-arredondadas; área axial linear, estreita; área central formada pelo encurtamento, às vezes ausência, de uma estria mediana; rafe reta a suavemente sinuosa, extremidades proximais fletidas em direção ao estigma; estrias paralelas a levemente radiadas, as medianas mais afastadas das adjacentes, aréolas inconspícuas. Comprimento: 29,6-55,2  $\mu$ m; largura: 7,5-10,4; 13-14 estrias em 10  $\mu$ m.

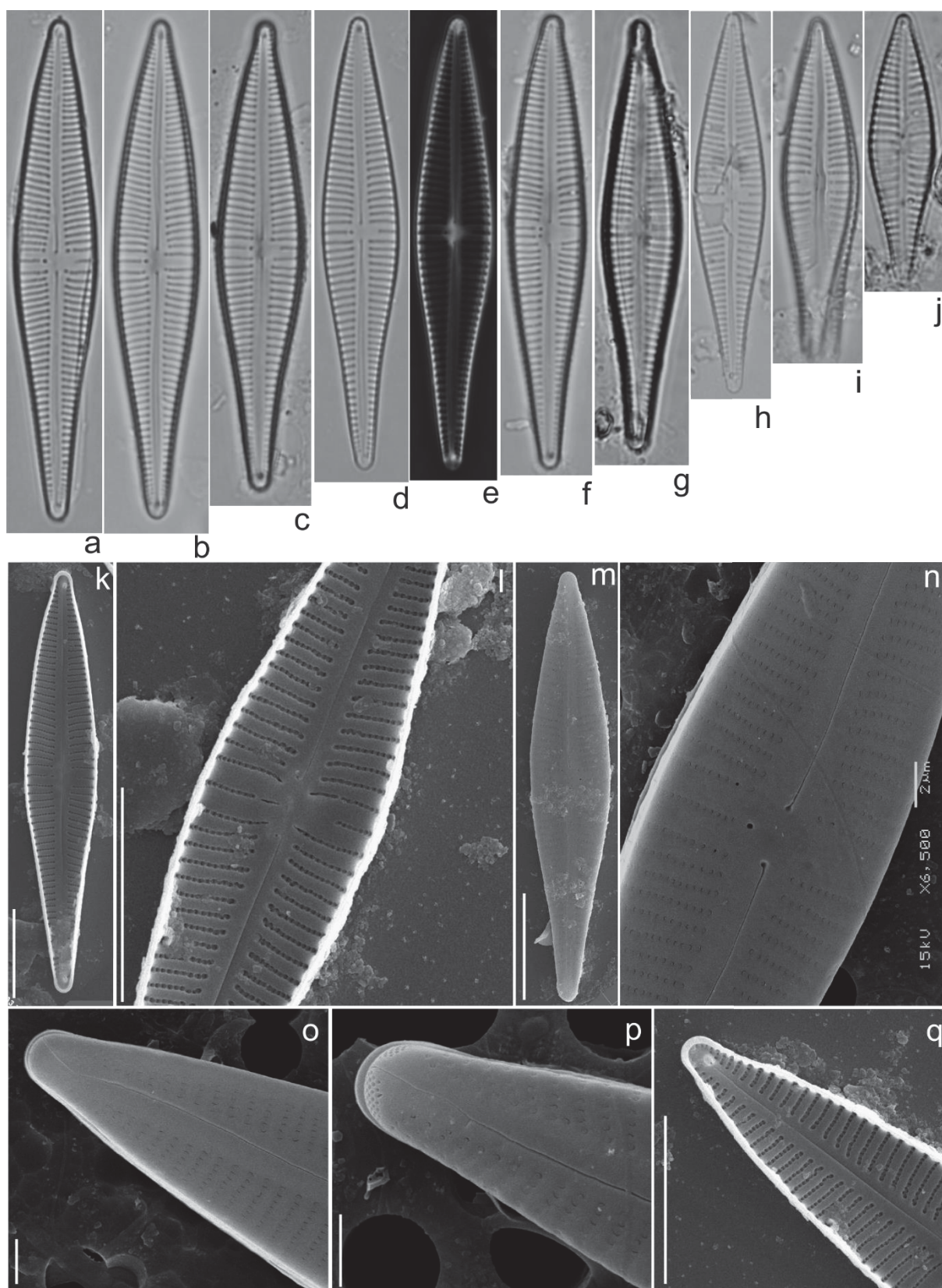
Em MEV, internamente, a valva apresenta estigma em forma de fenda transversal, rafe reta, extremidade proximal fletida em forma de gancho, dilatada em poro (Fig. 67 m), extremidade distal terminando em helictoglossa proeminente; pseudosepto delicado; estrias unisseriadas (Fig. 67 m). Vista externa da valva apresenta estigma em forma de poro, extremidade distal da rafe fletidas no ápice (Fig. 67 p) e reta na base (Fig. 67 q) que interrompe o campo de poros. Estrias unisseriadas em forma de “c” em quase toda extensão valvar e em forma de fenda nas extremidades.

**Comentário:** Nossa população se enquadra nas características apresentadas por Reichardt (2015) para *Gomphonema naviculoides*, por exemplo contorno valvar, densidade de estrias, abertura interna do estigma em formato de fenda (fig. 62-63, REICHARDT, 2015). O autor apresenta uma menor variação de tamanho e largura

(Comp. 35–45  $\mu\text{m}$ ; larg. 7.8–9.5  $\mu\text{m}$ ), mas em Levkov (2016) é apresentada uma variação consideravelmente maior (comp. 26-69  $\mu\text{m}$ , larg. 7,5-10  $\mu\text{m}$ ).

**Literatura consultada:** Reichardt (2015); Levkov et al. (2016).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Catunda, Açude do Celso (UPCB 78410). Massapê, Rio Acaraú/Fazenda UVA (UPCB 78406); Granja, Açude Gangorra (UPCB 78393, 78394). Sobral, Pedra da Andorinha/Espelho D'água (UPCB 78402). Material epifítico. Temperatura entre 30,0°C e 32,8°C, pH entre 7,5 e 7,8, e condutividade 139 e 238  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 69. *Gomphonema naviculoides*.** (a-k) Vista valvar. MO. (l-m, r) Vista interna da valva, em (m) detalhe do estigma em formato de fenda transversal (seta). (n-q) Vista externa da valva. (o) extremidade proximal da rafe. (p-q) Detalhe da extremidade distal da rafe. (q) Detalhe do campo de poros interrompido pela terminação distal da rafe. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$  (k-n, r); 2  $\mu\text{m}$  (o-q).

***Gomphonema pantropicum*** Reichardt, Fottea 15(1):27-38, pl. 1, Figs. 120, 2015.

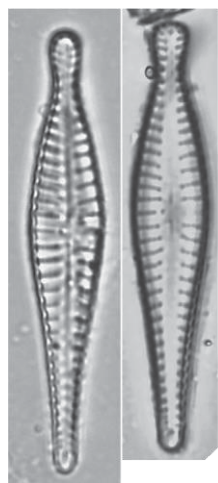
**Figura 70. a-b**

Valvas clavada-lanceoladas, com leve intumescência na região central; extremidades apicais capitadas e estreitamente arredondadas, e extremidades basais atenuada-arredondada; esterno estreito, linear, alargando ligeiramente em direção à região mediana; área central expandida irregularmente, limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; rafe linear, com extremidades proximais dilatadas em poros, ligeiramente curvadas para o lado do estigma, distal indistinta; estrias irradiadas; estigma na extremidade mediana da estria. Comprimento: 33–33,8  $\mu\text{m}$ ; largura 5,6–6,2  $\mu\text{m}$  e 10–11 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Comentário: A espécie apresentada por Osório et al. (2017) como *Gomphonema subtile* se assemelha ao nosso material. No entanto, possivelmente foi erroneamente identificado. Reichardt (2015) em uma avaliação da distribuição de *Gomphonema subtile* apresenta análise do material original (Figs 10-12), e afirma que a característica principal dessa espécie é um ápice amplamente capitado e arredondado, sob um "pescoço" estreito. Tais características não estão presente em nosso material e nem na população apresentada por Osório et al. (2017). Nosso exemplar está mais condizente com *Gomphonema pantropicum* E. Reichardt, onde as estrias são visivelmente pontilhadas e o ápice é fracamente capitado. Além disso outros trabalhos brasileiros já apresentaram esta espécie, na Região Norte, por Azevedo et al. (2018) e Medeiros et al. (2018), no Paraná, região Sul.

**Literatura consultada:** Reichardt (2015).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Granja, Açude Gangorra (UPCB 78394). Material epifítico. Temperatura 32,8°C, pH 7,8 e condutividade 238  $\mu\text{S/cm}$ .



a-b

**Figura 70. *Gomphonema pantropicum*.** (a-b) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

***Gomphonema parvulum*** (Kützing) Kützing, Species Algarum, p. 65. 1849.

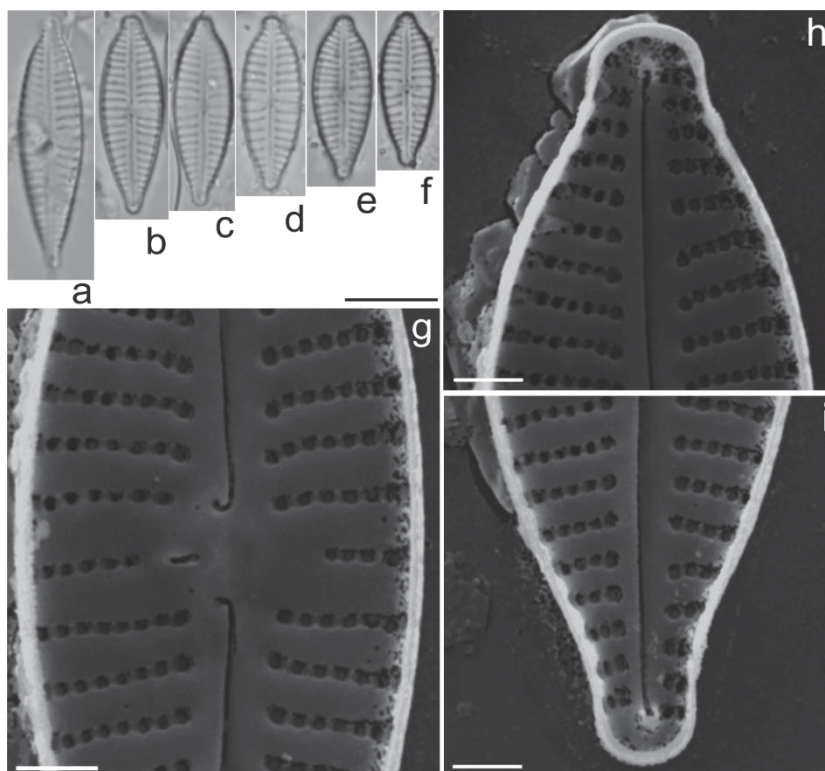
#### **Figura 71. a-i**

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas, ápices sub-rostrados a rostrados, bases atenuadas; esterno estreito, linear; área central estreita irregular, limitada por um encurtamento de uma estria mediana; rafe reta, filiforme, extremidades proximais fletidas para o lado do estigma; Estrias curvadas na região mediana da valva, ligeiramente irradiam nas extremidades; aréolas inconspícuas; Comprimento: 16,5-34  $\mu$ m; largura: 5,8-7  $\mu$ m; 12-13 estrias em 10  $\mu$ m.

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1986); Levkov et al. (2016); Lange-Bertalot et al. (2017); Medeiros et al. (2018).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Varjota, Açude Araras (UPCB 78392); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78407, 78408); Ipu, Bica do ipu (UPCB 78396); Sobral, Olho d'água do Pajé (UPCB 78400); Catunda, Açude do Celso (UPCB 78411); Ubajara, Bica do Mirante (UPCB 78414). Encontrada em amostras coletadas de riacho, área de vazamento (bica) e açudes, material epilítico, epifítico e fitoplanctônico. temperatura 26,1-33,5°C; pH 6,63-8,93 e condutividade 150,3 e 266  $\mu$ S/cm.





**Figura 71. *Gomphonema parvulum*.** (a-f) Vista valvar MO. (g-i) Vista interna valvar MEV. Barras de escala: 10 µm (a-g); 1 µm (h-j).

***Gomphonema salae*** Lange-Bertalot et Reichardt, Iconogr. Diatomol. 5: 548, figs 3-5. 1998.

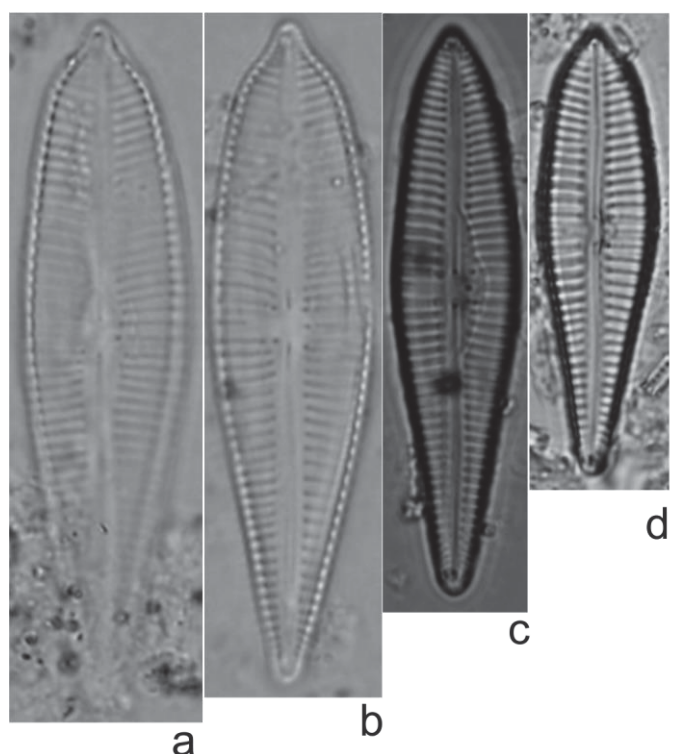
#### Figura 72. a-d

Valvas clavadas, com maior largura na região mediana e constrição leve entre a região mediana e o ápice. Ápices apiculados e bases atenuado-arredondadas; área axial linear; área central unilateral, delimitada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma presente; rafe fracamente sinuosa, com extremidades proximais fletidas para o lado do estigma; estrias unisseriadas, paralelas a levemente convergentes, mais espaçadas na região mediana, aréolas inconspícuas. Comprimento: 52,4-34,3 µm; largura: 9-13 µm; 11-13 estrias em 10 µm.

**Comentário:** *Gomphonema salae* e *G. turris* var. *coarctata* assemelham-se em relação ao contorno valvar, a segunda difere por apresentar menor densidade de estrias (8-11 em 10 µm), maior comprimento (47-67 µm) e menor largura (8-11 µm)(FRENGUELLI, 1933, 1941). E em relação a um intumescimento na região mediana e constrição pouco acentuada em *G. salae* (TREMARIN et al., 2009).

**Obra consultada:** Metzeltin; Lange-Bertalot (1998); Tremarin et al. (2009).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Graça, Cachoeira do Belizário (UPCB 78398); Massapê, Córrego temporário (UPCB 78399). Encontrada em material epifítico, pH 7,57; temperatura 3,5°C e condutividade 54,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 72. *Gomphonema salae*.** (a-d) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .

### ***Gomphonema* sp. 1**

#### **Figura 73. a-n**

Valvas rômbico-lanceoladas; ápices subrostrados a subpacitados, bases atenuadas; área axial linear; área central mais larga no lado oposto ao estigma; estrias transapicais irradiam ligeiramente tornando-se paralelas na central região, mais espaçadas na região mediana, uma estria encurtada no lado oposto do lado do estigma; rafe ligeiramente lateral com extremidades proximais pontuadas e ligeiramente curvadas para o estigma; aréolas delicadas; estigma presente, localizado ao final de uma estria mediana. Comprimento: 39,4-63,3  $\mu\text{m}$ ; largura: 9,2-11,2  $\mu\text{m}$  e 11-13 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

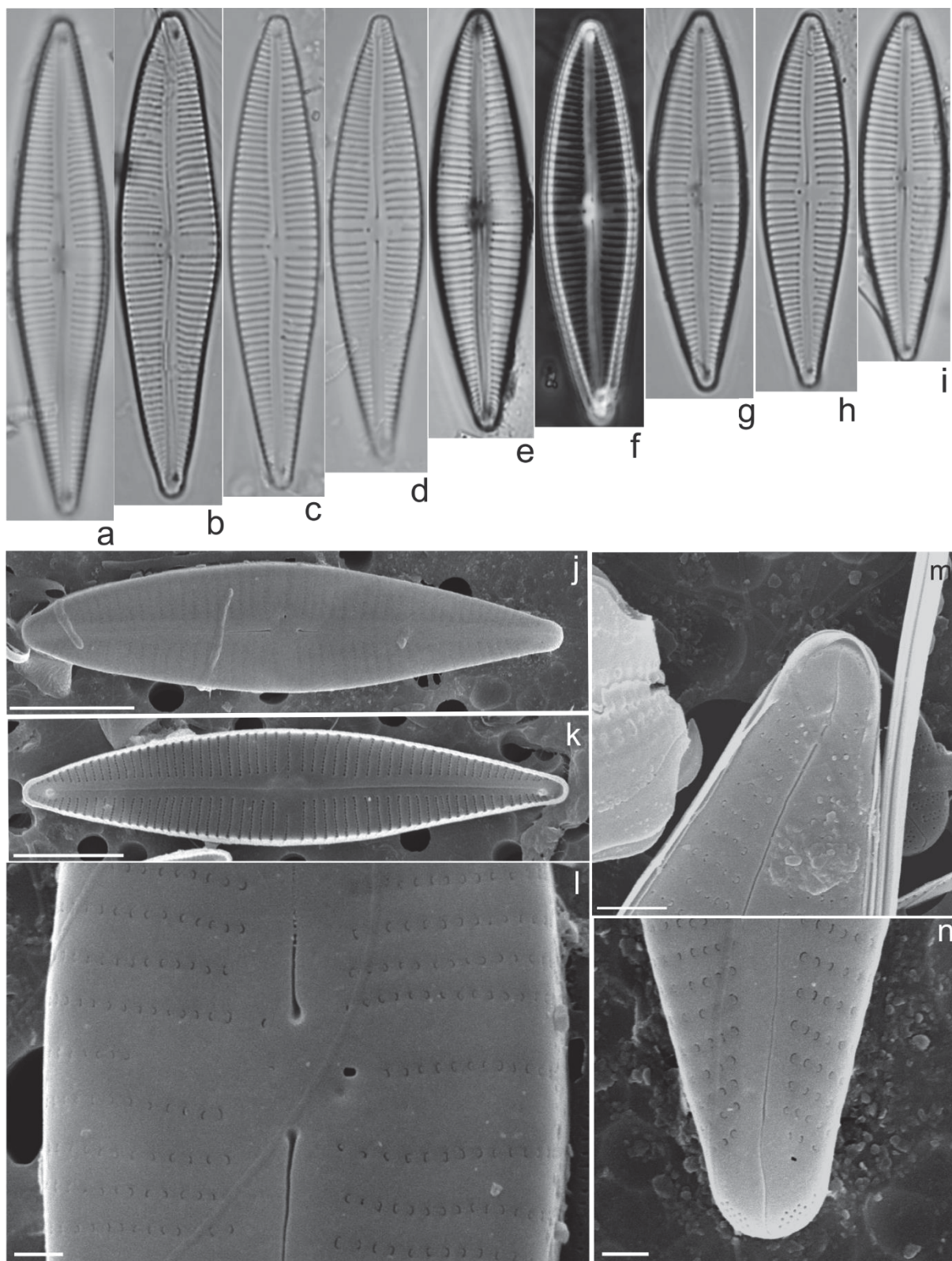
Em MEV, vista interna, estrias unisseriadas paralelas, terminação distal da rafe terminando em helictoglossa, pseudosepto delicado nas extremidades (Fig. 71 k). Vista externa, aréolas em forma de parênteses “( )”; extremidade proximal da rafe terminando em gota; estigma em forma de poro, bem discernível (Fig. 71 l).

Extremidades distais da rafe levemente sinuosas (Fig. 71 m-n), campo de poros pequeno na extremidade basal (Fig. 71 n).

**Comentário:** Não foi observado na literatura nenhum táxon que se enquadre à população deste estudo. No entanto, algumas espécies são similares a ele. *G. acidoclinatum* Lange-Bertalot et Reichardt apesar de assemelhar-se no formato valvar, difere porque esta espécie apresenta menores variações morfométricas (comp.: 13–14  $\mu\text{m}$ ; larg.: 6.6–8.5  $\mu\text{m}$ ) e internamente diferencia-se pelas aréolas mais grosseiras e quase quadriculadas radiadas (REICHARDT, 2015, fig. 92).

/. Outro táxon similar, em relação ao contorno e comprimento (23-62  $\mu\text{m}$ ) valvar é *G. graciledictum*, ilustrado por Levkov et al. (2016) (pl. 108, fig. 21-23), difere por apresentar uma menor variação de largura (5,5-8,0  $\mu\text{m}$ ). *Gomphonema sichuanenese* Li et Kociolek assemelha-se apenas no contorno valvar, difere principalmente por apresentar internamente estrias com alvéolos bem pronunciados (LI et al., 2010, fig. 31).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408). Táxons encontrados em material epifítico coletado a partir de raízes de plantas vasculares na margem de riacho. Temperatura 30,2°C, pH 6,87 e condutividade 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 73. *Gomphonema* sp. 1.** (a-i) Vista valvar, MO. (j) Vista externa da valva, MEV. (k) Vista interna da valva, MEV. (l) detalhe da área central, extremidade proximal da rafe terminando em gota, estigmóide arredondado. (m-n) extremidades distais da rafe, levemente sinuosa do ápice e base. (n) detalhe da extremidade basal, campo de poros pequeno. Barra de escala: 10  $\mu$ m (a-k); 2  $\mu$ m (m); 1  $\mu$ m (l, n).



## **Gomphonema sp. 2**

### **Figura 74. a-j**

Valvas heteropolares, claviformes, mais largas na metade superior da valva; ápices rostrados a subcapitados; bases atenuadas arredondadas; esterno da rafe linear levemente estreito, área central limitada pelo encurtamento de uma a duas estrias medianas, estigma presente na base da estria mediana, rafe ondulada, extremidades proximais levemente curvas para o lado do estigma; estrias paralelas na região central, fracamente irradiam nas extremidades; mais espaçadas igualmente pela valva; aréolas arredondadas, difícil visualização em MO. Comprimento: 36,9-53,3  $\mu\text{m}$ , largura: 12,9-14,1  $\mu\text{m}$ , 10-12 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

Em MEV na área central a superfície valvar é ornamentada por pequenas depressões circulares; rafe proximal arredondada; fissura distal da rafe em formato de gancho na extremidade apical, estrias unisseriadas, quase radiadas com aréolas em formatos variados, apresenta campo de poros interrompido pelo esterno da rafe.

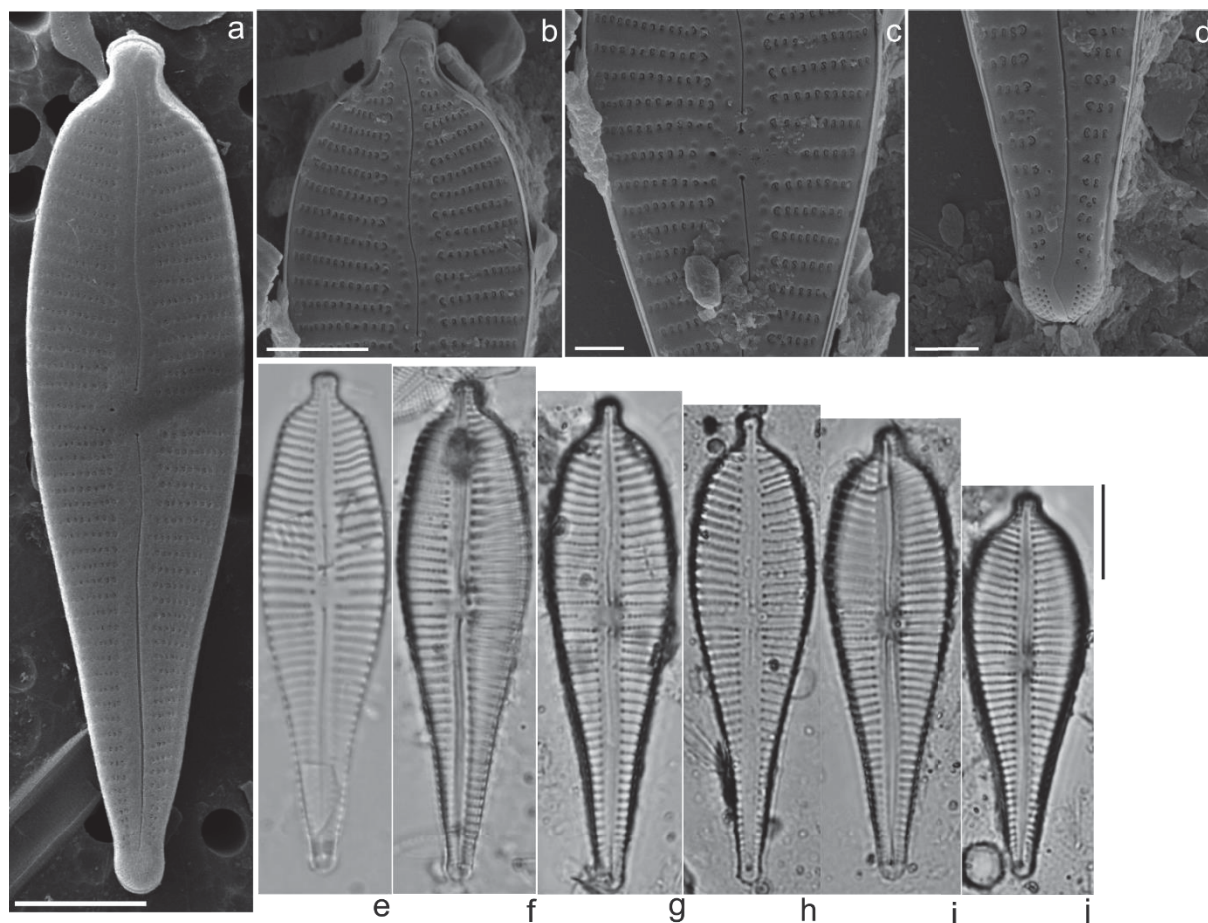
**Comentário:** *Gomphonema sphaerophorum* assemelha-se no contorno valvar, apresentando uma sutil constrição entre o ápice e a região mediana, e na variação das medidas. Difere por apresentar o ápice rostrado-capitado e uma base atenuada capitada a subcapitada (PATRICK, 1975; OSÓRIO et al., 2017, TREMARIN et al., 2009). O contorno valvar se assemelha a algumas ilustrações de *G. augur* (Vijver et al., 2013, fig. 27; Levkov et al., 2016, fig. 5) entretanto difere na variação do comprimento (25-42  $\mu\text{m}$ ). Jahn (1986) em seu trabalho com amostras ambientais e de clones de *G. augur* apresenta as possíveis variações no contorno valvar, ápice rostrado a apiculado e amplamente arredondado, base estreita aguda, valva em forma de “v” sem apresentar constrições. Populações de clones de *Gomphonema* cf. *augur* apresentam uma sutil ondulação na região próxima ao ápice, ampla variação no comprimento (45-63  $\mu\text{m}$ ) entretanto os ápices são cuneados e não rostrado-subcapitado (JAHN, 1986). Difere bastante da tipificação de *G. augur* apresentada em Jahn (2004, fig. 23-26).

**Literatura consultada:** Krammer; Lange-Bertalot (1985, 1986); Jahn (1986); Tremarin (2009).

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB 78396). Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408). Encontrada em amostra coletada de área de vazamento



(bica) associada a briófitas, e riacho, amostra epifítica. Temperatura entre 26,1°C e 27,0°C; pH 6,63-8,3 e condutividade 257 e 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 74. *Gomphonema* sp. 2.** (e-j) Vista valvar, MO. (a-d) Vista Valvar, MEV. (b) Detalhe do ápice, fissura distal da rafe em formato de gancho. (c) Detalhe da área central, superfície ornamentada por pequenas depressões circulares; rafe proximal arredondada; estrias quase radiadas com aréolas em formatos variados. (d) Detalhe da rafe curvada igualmente do ápice, campo de poros interrompido pelo externo da rafe. Barras de escala: 10  $\mu\text{m}$  (a, e-j), 5  $\mu\text{m}$  (b), 2  $\mu\text{m}$  (c-d).

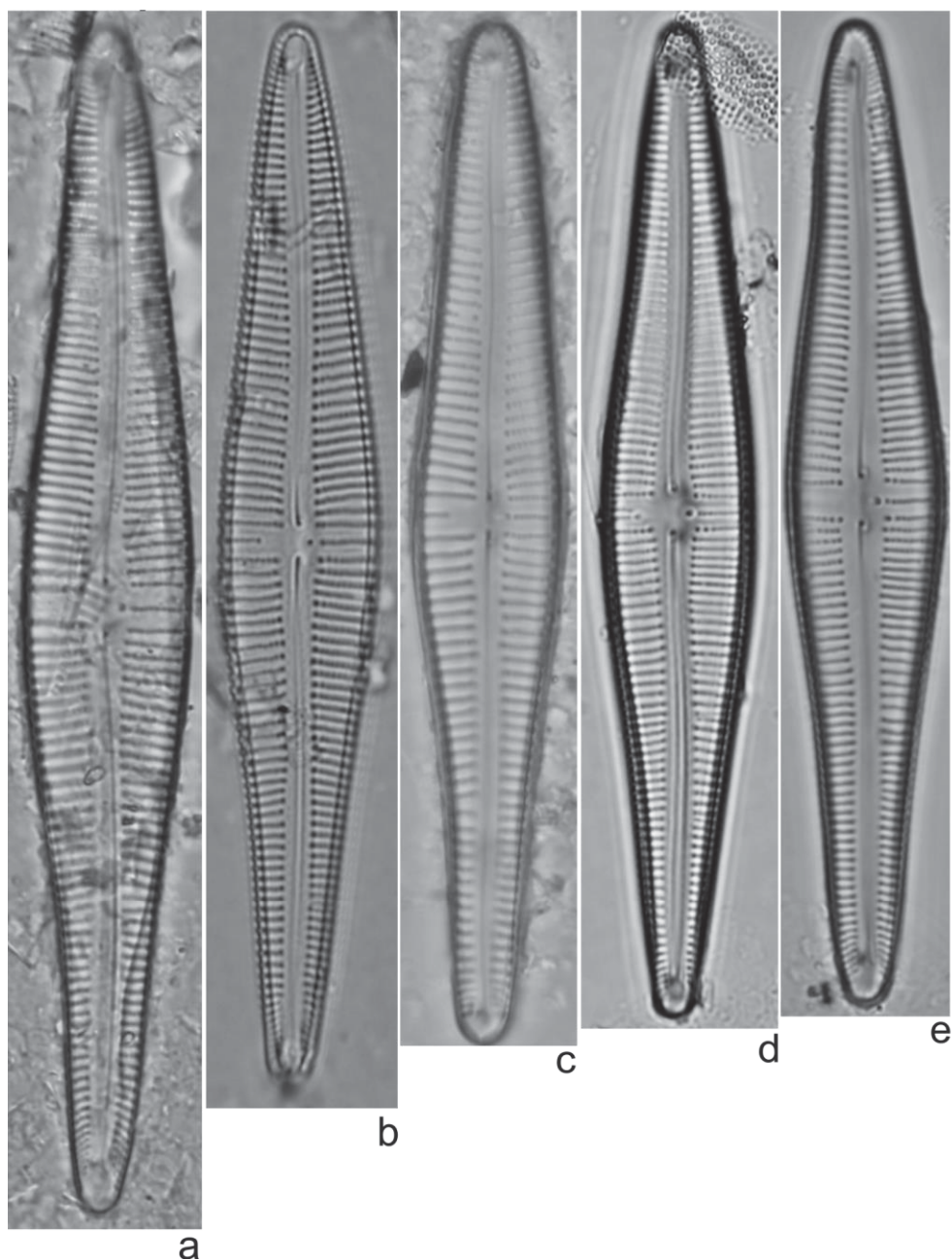
### ***Gomphonema* sp. 3**

#### **Figura 75. a-e**

Valvas lanceoladas; ápices e bases atenuado-arredondados; área axial moderadamente estreita, ampliando-se sutilmente em direção à região central; área central unilateralmente expandida delimitada por uma, duas ou atingindo a margem; no lado oposto, um estigma presente na extremidade da estria mediana; rafe lateral, com extremidades proximais terminando em poro e sutilmente fletidas para o lado do estigma; estrias transapicais de leve a moderadamente radiadas; aréolas de difícil contagem, um pouco maiores na região mediana. Comprimento 78,2-94,0  $\mu\text{m}$  e largura 11,8-13,3  $\mu\text{m}$ ; 11-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$  e 20-24 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** assemelham-se ao táxon apresentado por Faria et al. (2010) como *Gomphonema* cf. *intrincatum* var. *vibrio*, e por Tobias et al. (2006), como *Gomphonema intricatum* var. *vibrio*. No entanto essa combinação é considerada atualmente como sinônimo de *Gomphonema vibrio* Ehrenberg (Guiry 2019). *G. vibrio* difere de *Gomphonema* sp.3, por apresentar estrias radiadas; ápice e base arredondados, além de aréolas conspícuas e em maior densidade (HOFMANN et al., 2013; REICHARDT; LANGE-BERTALOT, 1991). Assemelha-se também ao *Gomphonema* sp. 5 documentado por Tremarin et al (2009), ao qual se enquadra nesta descrição, estando inclusive dentro da variação métrica (comp. 41,1-90,1 µm; larg.: 7,9-14 µm; 10-18 estrias em 10 µm). Também, registrado exemplar semelhante por Metzeltin et al. (2005) (fig. 7-9, pl. 139) como possível espécie nova. Em relação ao contorno valvar longo, lembra *Gomphonema spiculoides* Gandhi, diferindo nos menores valores de medidas (comp. 56,5-69,0 µm; larg. 8-9 µm) e ápices mais atenuados (KARTHICK; KOCIOLEK, 2012). *Gomphonema shanghaiensis* W. Zhang e Kociolek difere de nossos exemplares por apresentar área axial estreita e linear (ZHANG et al., 2016), e não larga como observado aqui.

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Açude Jaibaras (UPCB 78395); Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78408); Catunda, Açude Carmina (UPCB 78409); Catunda, Açude do Celso (UPCB 78411). Espécie encontrada principalmente em açudes e riachos, em amostras epifíticas, com temperatura entre 29,0°C e 30,3°C, pH entre 6,8 e 8,8 e condutividade entre 174,3 e 266 µS/cm.



**Figura 75. *Gomphonema* sp. 3.** (a-e) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu$ m

#### ***Gomphonema* sp. 4**

#### **Figura 76. a-j**

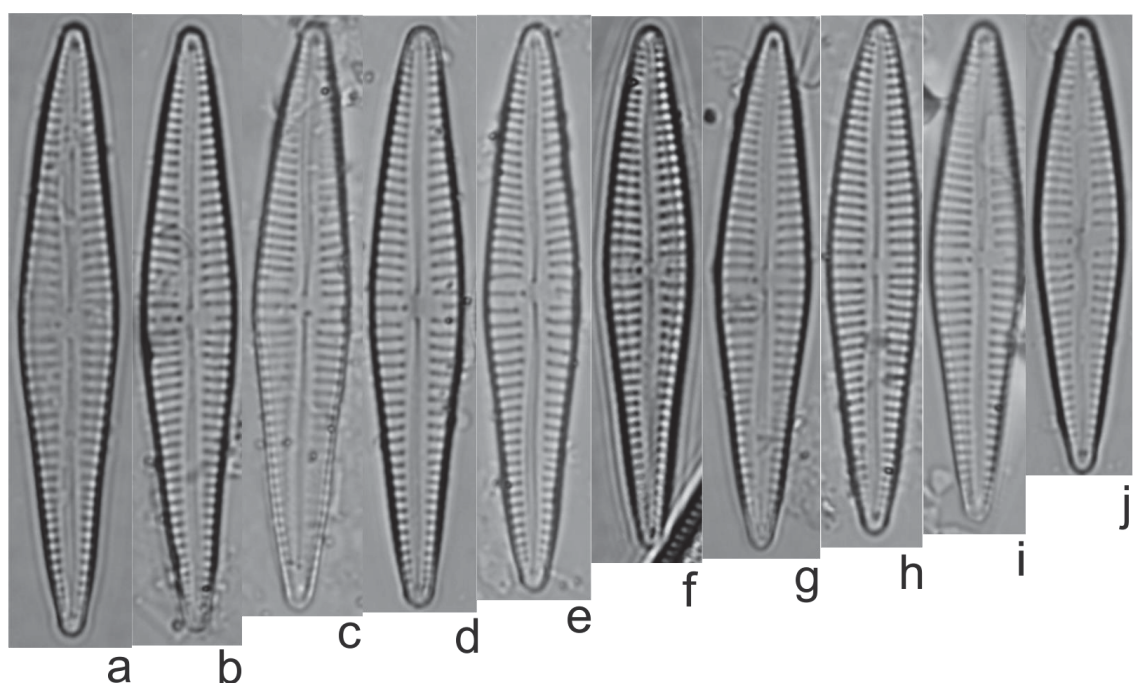
Valvas lanceoladas, margem valvar se estreitam em direção aos polos, fracamente côncava; ápices atenuados, bases atenuadas, levemente mais estreitas que os ápices; área axial estreita, linear; área central unilateral formada pelo encurtamento de uma estria mediana, estigma presente; rafe ligeiramente sinuosa, com extremidades proximais pequenas em formato de gota; estrias paralelas em quase toda extensão valvar, mas às vezes irradiam levemente antes de chegar nas



extremidades, moderadamente mais espaçadas na região mediana da valva, aréolas inconspícuas. Comprimento: 29,1-36,4  $\mu\text{m}$ ; largura: 5,7-6,4  $\mu\text{m}$ ; 13-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Nossa população assemelha-se a *Gomphonema graciledictum* Reichardt, em relação ao contorno valvar, aréolas inconspícuas e densidade de estrias. *G. graciledictum* difere pois apresenta maior largura valvar (6,0-8,8  $\mu\text{m}$ ) (REICHARDT, 2015). *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst difere por apresentar a valva mais lanceoladas (lectótipo em REICHARDT 1999, fig. 8-10) e extremidade apical mais atenuada-arredondada (LEVKOV et al., 2016, fig. 1-4, pag. 420; pag. 246, REICHARDT, 1999, fig. 19-23). Reichardt (1999) apresenta populações de diversas localidades, e os exemplares registrados para o Sul da Alemanha (fig. 27-34) assemelham-se ao do nosso estudo. A verificação em MEV se faz necessária para confirmação da espécie.

**Material Examinado:** Brasil, Ceará: Sobral, Olho d'água do Pajé (UPCB 78400). Amostra epilítica, temperatura 31,3°C; pH 8,9 e condutividade 150,3  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 76. *Gomphonema* sp. 4. (a-j) Vista valvar. MO. Barra de escala: 10  $\mu\text{m}$ .**

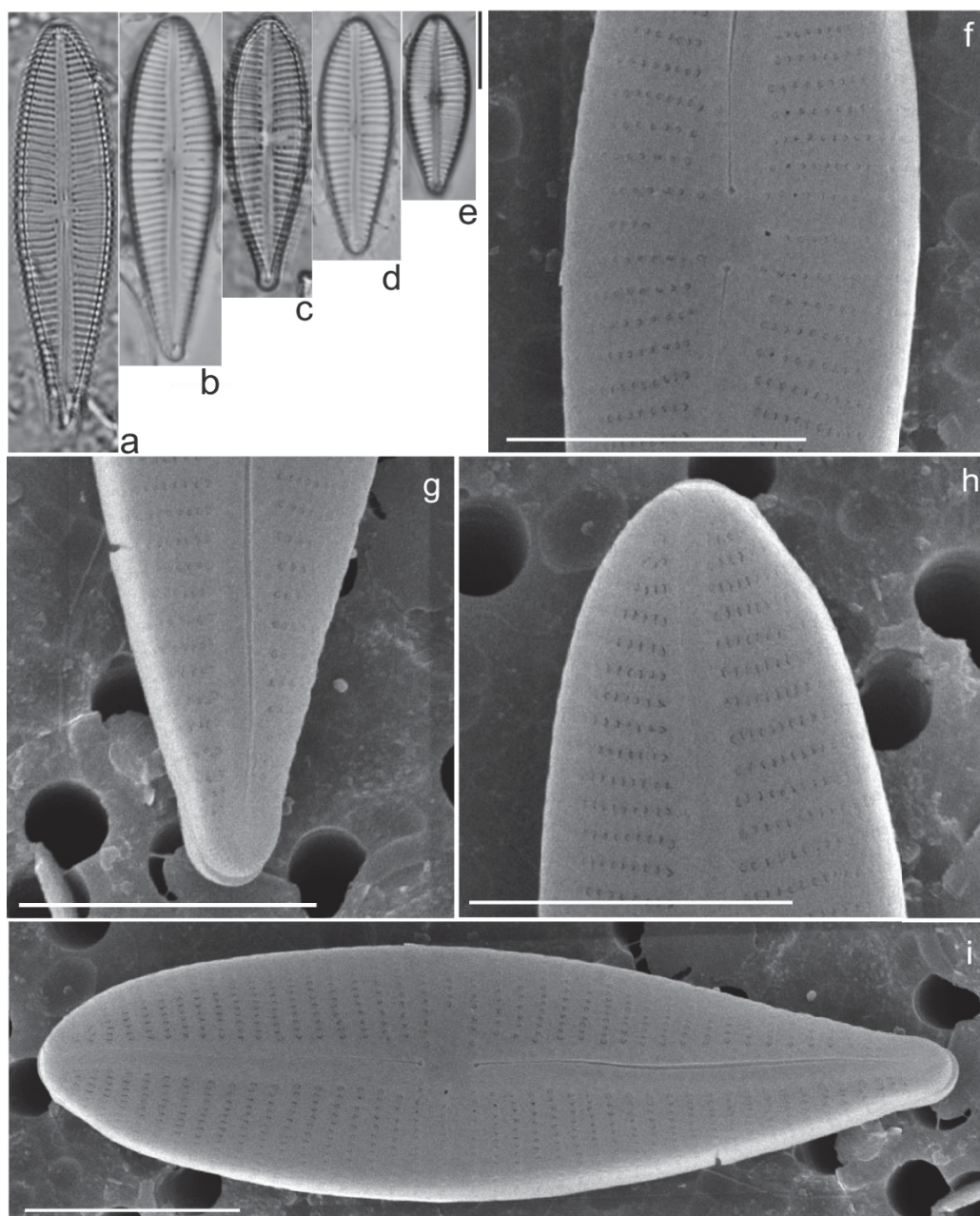
**Gomphonema sp. 5****Figura 77. a-i**

Valvas claviformes, ápices arredondados, base atenuada a subcapitada; esterno estreito; área central limitada pelo encurtamento de uma estria mediana; estigma localizado próximo a uma estria mediana. rafe reta ou levemente sinuosa, extremidades proximais levemente curvadas para o lado do estigma; estrias paralelas na região central, fracamente irradiam nas extremidades; espaçadas igualmente pela valva; aréolas inconspícuas. Comprimento: 22,7-53,3  $\mu\text{m}$ , largura: 7,9-12,5  $\mu\text{m}$ , 11-13 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** Valvas semelhantes a *Gomphonema affinopsis* Lange-Bertalot et García-Rodríguez, mas também difere deste devido ao estigma ser transapicalmente alongado em vez de apenas pontuado. Este táxon também é semelhante a formas menores de *Gomphonema uruguayense* Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez, mas difere principalmente em relação às estrias medianas serem curtas em ambos os lados da valva e não apenas de um dos lados como observado neste estudo (METZELTIN et al., 2005).

**Material examinado:** Brasil, Ceará: Massapê, Fazenda UVA/Córrego temporário (UPCB 78399); Sobral, Rio Acaraú/Margem esquerda (UPCB 78408). Exemplares registrados em amostras epifíticas. Sem dados químicos.





**Figura 77. *Gomphonema* sp. 5.** (b-f) Vista valvar, MO. (a, g-i) Vista valvar, MEV. Barra de escala: 10 µm.

#### 4 FREQUÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DOS TÁXONS

Os gêneros mais representativos dos grupos analisados nas amostras do noroeste cearense, foram *Eunotia* (31), *Gomphonema* (20) e *Encyonema* (7). Sobre a frequência de ocorrência dos gêneros entre os pontos amostrais, *Eunotia* apresentou (75%), seguido de *Encyonema* (64%), *Cyclotella* (60%) e *Gomphonema* (60%). Percebe-se que, os gêneros mais frequentes coincidiram com os gêneros mais ricos, com exceção de *Cyclotella* que também foi um gênero frequente, apesar da baixa riqueza de espécies.

Com relação a distribuição dos táxons nos pontos amostrais observamos maior frequência destas espécies *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella cryptica*, *Eunotia aff. yberai*, *Encyonema* sp. 1, e *Encyonema silesiacum*. Ao qual *Cyclotella meneghiniana* foi constante, *C. cryptica* comum e *Eunotia aff. Yberai*, *Encyonema* sp. 1, e *Encyonema silesiacum* foram esporádicas. O restante demais táxons que compõem o estudo foram de ocorrência rara.

Apenas *Cyclotella meneghiniana* ocorreu em todas as bacias hidrográficas, mostrando sua ampla distribuição geográfica na região. De modo geral, foi a espécie mais bem representada e amplamente distribuída. *C. meneghiniana* é frequente e abundante em rios e lagos, sob diferentes condições tróficas (KISS et al., 2012), ou seja, amplamente distribuída e particularmente comum em águas rasas e ricas em nutrientes (HOUK et al., 2010), sendo classificada como um indicador eutrófico para águas altamente fertilizadas, com alta condutividade (JOH, 2010). Os táxons que ocorreram em pelo menos três das bacias hidrográficas estudadas foram: *Cyclotella atomus*, *C. cryptica*, *Discostella stelligera*, *Eunotia julma*, *Encyonema* sp. 1 e *Gomphonema naviculoide*.

Observamos maior riqueza de espécies na Bacia do Acaraú, devido ao maior esforço amostral, a qual apresentou 66% da riqueza total para os grupos estudados. Entre os pontos amostrados, o ponto do rio Acaraú que passa pelo município de Sobral (UPCB 78408, amostra efifítica) teve maior riqueza de espécies, sendo 30% da riqueza total neste estudo.

Quanto a ocorrência de táxons raros nos pontos amostrais, vinte e nove apresentaram distribuição restrita, ocorrendo em um único local: *Cyclotella meduanae*, *Discostella woltereckii*, *Terpsinoë musica*, *Actinella curvatula*, *Eunotia angustior*, *E. biseriatoides*, *E. corsica*, *E. crista-galli*, *E. dacostae*, *E. gustavoi*, *E. macedonica*, *E. novaisiae*, *E. paludosa*, *E. pileus*, *E. pseudosudetica* var. *rotundata*,

*E. subarcuatoides*, *E. sp. 2*, *Encyonema javanicum*, *E. neogracile* var. *tenuipunctatum*, *Placoneis sp. 1*, *Placoneis sp. 2*, *Gomphonema affinopsis*, *G. acidoclinatum*, *G. contraturris*, *G. exilissimum*, *G. hebridense*, *G. laticollum*, *G. sp. 1*, *G. sp. 4* (ver Tabela 2, em apêndice). Desta forma, aproximadamente mais de 50% das espécies tiveram baixa frequência. A maioria das espécies raras foram registradas em ambientes de altitude, na serra da Ibiapaba e na serra da Meruoca. Estes ambientes apresentam paisagens serranas, com a estrutura vegetal mais fechada e úmida.

Neste estudo 15 espécies apresentaram o hábito preferencialmente epifítico (*Cyclotella meduanae*, *Discostella woltereckii*, *Terpsinoë musica*, *Actinella curvatula*, *Eunotia macedonica*, *E. novaisiae*, *E. paludosa*, *E. pileus*, *E. pseudosudetica* var. *rotundata*, *Eunotia sp. 2*, *Encyonema javanicum*, *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctatum*, *Gomphonema affinopsis*, *G. acidoclinatum*, *G. contraturris*, *G. hebridense*, e *Gomphonema sp. 1*) e nove exclusivas em amostras epilíticas (*Eunotia bisseriatoides*, *E. corsica*, *E. crista-galli*, *E. subarcuatoides*, *E. angustior*, *Gomphonema exilissimum*, *G. laticullum* e *Gomphonema sp. 4*).

Os táxons do gênero *Eunotia* foram observados em maior número (35%), em amostras que apresentaram o pH entre 6,6 e 6,9. Patrick (1940b) também observou a riqueza do gênero *Eunotia* em amostras do nordeste brasileiro, explicando que esse fato pode ser em parte devido à preferência da maioria das espécies deste gênero por água com um baixo teor de cálcio e levemente ácido. Ou seja, gênero *Eunotia* tem preferência por ambientes ácidos, oligotróficos e com baixa condutividade, embora possam ocorrer em águas com características diferentes destas, mas sempre com menor riqueza e abundância relativa. (Round et al. 1990).

O gênero *Gomphonema*, o segundo mais representativo neste estudo, são comuns nas comunidades haptobentônicas dulcícolas (Tremarin et al., 2009). Ocorreram em maior número em amostras que apresentaram o pH entre 6,6-7,5.

Das espécies já citadas para a região Noroeste estão *Aulacoseira ambigua* (citada como *Melosira ambigua*), *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (citada como *Melosira granulata*), *Cyclotella meneghiniana* registradas por Patrick (1940a) em Sobral, no açude Jaibaras e *Eunotia didyma*, *E. pectinalis*, *E. aff. yberai* (citada como *Eunotia sp.*)(PATRICK, 1940b). Todas as demais espécies são novos registros para a região e para o Estado do Ceará.

Cinquenta e um táxons são novos registros para o Nordeste do Brasil, para o país registramos um total de 14 novos táxons, distribuídos a seguir, *Discostella woltereckii*, *Eunotia corsica*, *E. crassuloides*; *E. julma*; *E. macedonica*, *E. novaisiae*, *E. novaecaledonica*, *Encyonema javanicum*, *E. jemtlandicum*, *E. neogracile* var. *tenuipunctatum*, *Placoneis symmetrica*, *Gomphonema acidoclinatum*, *G. camburnii*, *G. hebridense*.

*Discostella woltereckii* foi identificada com base nas observações feitas por Houk (2010) em análise do material tipo, é citada pela primeira vez no Brasil, no entanto, existem identificações anteriores de *D. pseudostelligera* (Brassac et al. 1999, Morandi et al. 2006, Faustino et al. 2016), inclusive para o nordeste (CAVALCANTE et al., 2013), as quais apresentam certa similaridade com *Discostella woltereckii*. Estes táxons necessitam de uma avaliação mais aprofundada para avaliar a distribuição e identidade desses táxons.

*Cyclotella marina*, neste estudo, é registrada pela segunda vez para o Brasil, e segundo Aké-Castillo et al. (2012) esta espécie é encontrada geralmente em ambientes salinos e com alto teor de nutrientes. Provavelmente a entrada da espécie em água doce pode ser reflexo de um sistema fluvial intermitente característico da região, onde a evaporação e falta de chuvas transforma o rio em poças isoladas. Esse baixo fluxo de água promove o aumento da temperatura, e a evapoconcentração leva a um aumento na salinidade e de nutrientes, principalmente em riachos de copa aberta (GOMÉZ et al., 2017; OLSON, 2019), sem falar na poluição nos maiores rios da região, causada por esgotos domésticos, colaborando também para o aumento de nutrientes. As características ambientais do Rio Acaraú em nosso estudo são muito semelhantes aos relatados em registros de *C. marina* por Cavalcante et al. (2013) em rio urbano, raso no Nordeste do Brasil.

A ampla variação morfológica constatada em *Eunotia didyma*, *Eunotia yanomami*, *Terpsinoë musica*, *Orthoseira roeseana*, *Discostella woltereckii*, proporcionam maior conhecimento sobre as características morfológicas destes, o que tem implicações taxonômicas relevantes.

A dificuldade na determinação de alguns táxons, espécies e/ou variedades, ou falta de precisão na denominação foi devido a dois principais fatores, (1) à falta de uma população mais numerosa para melhor comparação com a literatura (por ex.: *Eunotia pectinalis*, *E. novaisiae*, *E. paludosa*, *Eunotia* sp. 2, *E. pseudosudetica* var. *rotundata*, *E. gustavoi*, *Eunotia crista-galli*, *Gomphonema exilissimum*, *G.*

*camburnii*, *G. affinopsis*, *Placoneis* sp. 1, *Placoneis* sp. 2), e (2) devido à apenas análise em microscopia óptica comum (*Eunotia angustior*, *E. corsica*, *E. botulitropica*, *Gomphonema kobayasii*).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado principalmente em amostras perifíticas obtivemos uma flora de 81 táxons dos grupos trabalhados. Destes, 14 são registrados pela primeira vez para o país, 51 (cerca de 64%) para o Nordeste e 76 táxons (cerca de 92%) são citações pioneiras para o Ceará. Ainda seis táxons são possíveis propostas de espécies novas para a ciência: dois do gênero *Eunotia* e quatro do gênero *Gomphonema*.

As observações da ultraestrutura da frústula em microscopia eletrônica de varredura foram fundamentais para a delimitação destas espécies: *Cyclotella cryptica*, *C. atomus*, *Gomphonema brasiliense*. As estruturas decisivas para essa delimitação foram: caracterização das estrias, número e localização das fultopórtulas marginais e/ou centrais para as espécies do gênero *Cyclotella*, e as estrias unisseriadas em *Gomphonema brasiliense* que o difere de *Gomphonema brasiliensoides* que são bisseriadas.

Ilustramos pela primeira vez no Brasil exemplares menores de *Terpsinoë musica* apresentando sua plasticidade fenotípica, contribuindo com dados morfológicos populacionais para a resolução de uma questão taxonômica entre esta espécie, *T. pettitiana*, e *T. muninensis*.

Os estudos florísticos são essenciais para a compreensão consistente da distribuição de diatomáceas em ambientes aquáticos no país e no semiárido. Sendo importante para apoiar futuros estudos ecológicos, e da biodiversidade regional.

Elevada diversidade de espécies ainda não inventariadas na literatura para a região foi constatada, comprovando que a diversidade de diatomáceas na região semiárida do Brasil estava bastante subestimada.



## REFERÊNCIAS

- AMORIM, C. A.; DIAS, A. S.; FERREIRA, R. J. Characterization of Microalgae Periphytic Community in a Reservoir Semiarid Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v. 14, n. 1, não p. 2015.
- ANDRADE E.M.; MEIRELES A.C.M.; PALÁCIO H.A.Q. **O Semiárido e o manejo dos recursos naturais**. Fortaleza: edições UFC, Imprensa Universitária. p. 94, 2010.
- AQUINO, E.P.; OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L.; LACERDA, S. R. Fitoplâncton De Uma Lagoa De Estabilização No Nordeste Do Brasil. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 15, n. 1, p. 71–77, 2011.
- AZEVEDO, J.S.A.; TALGATTI, D.M.; TORGAN, L.C.; PEREIRA, A.C.; MELO, S. O gênero Gomphonema (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 765-776, 2018.
- BARTOZEK, E.C.R.; TREMARIN, P. I.; PERES, C.K.; BRANCO, C.C.Z. *Eunotia itacueretabaensis* sp. nov. (Bacillariophyceae, Eunotiaceae) from the Campos Gerais region, Southern Brazil. **Phytotaxa**, v. 439, n. 1, p. 67–76, 2020.
- BERE, T.; TUNDISI, J. Biological monitoring of lotic ecosystems: the role of diatoms. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 493–502, 2010.
- BICCA, A. B.; TORGAN, L. C.; SANTOS, C. B. Eunotiaceae (Eunotiales, Bacillariophyta) in lacustrine environments in the coastal plain from south Brazil. **Revista brasileira Botânica**. v.34, n.1, p. 1–19, 2011.
- BICUDO, D. C. Algas epífitas (exceto diatomáceas) do lago das ninféas, São Paulo: levantamento e aspectos ecológicos. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita.Rio Claro, 1984. 478 p.
- BICUDO, D. C.; TREMARIN, P. I., ALMEIDA, P. D., ZORZAL-ALMEIDA, S., WENGRAT, S., FAUSTINO, S. B., MORALES, E. A. Ecology and distribution of *Aulacoseira* species (Bacillariophyta) in tropical reservoirs from Brazil. **Diatom Research**, v. 31, n.3, p. 199–215, 2016.
- BRASSAC, N. M.; ATAB, D. R., LANDUCCI, M.; VISINONI, N. D.; LUDWIG, T. V. Diatomáceas cêntricas de rios na região de abrangência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, PR, (Bacia do Rio Iguaçu). **Acta Botânica Brasilica**, v.13, n.3. p. 277–289, 1999.
- BUCZKÓ, K.; OGNJANOVA-RUMENOVA, N.; MAGYARI, E. Taxonomy, Morphology and Distribution of some *Aulacoseira* Taxa in Glacial Lakes in the South Carpathian Region. **Botanical Journal**, v.55, n.1, p.149–163, 2010.
- BURLIGA, A. L.; KOCIOLEK, J. P.; SALOMONI, S. E.; FIGUEIREDO, D. A new genus and species in the diatom family Eunotiaceae Kützinger (Bacillariophyceae) from

the Amazonian hydrographic region, Brazil. **Phytotaxa**, v. 79, n. 2, p. 47–57, 2013.

CANANI, L. G. C.; TALGATTI, D. M.; MELO, S. *Torgania coronata* gen. et sp. nov.: a new needle-shaped genus, with comments on the raphe system as a diagnostic character in Eunotiales (Ochrophyta, Bacillariophyceae). **European Journal of Phycology**, p. 1–12, 2020.

CANANI, L.G.C.; FRAIA, R.S.; MELO, S. Periphytic Actinella Lewis (Ochrophyta, Bacillariophyceae) species from an Environmental Protection Area in the Brazilian Amazon. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.30, e209, 2018.

CAVALCANTE, K. P.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Taxonomic studies of centric diatoms (Diatomeae): unusual nanoplanktonic forms and new records for Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.2, p.237–251, 2013.

CHRISTENSEN, C. L. "Notes on Iowa Diatoms IX: Variation in the Genus *Eunotia*," Proceedings of the Iowa Academy of Science, v.76, n.1, p.62–68, 1969.

COMPÈRE, P. Taxonomic revision of the diatom genus Pleurosira (Eupodiscaceae). **Bacillaria**, v.5, p.165–190, 1982.

CORDEIRO, R. S.; BARBOSA, J. E. L. Algas Perifíticas no Semiárido Brasileiro: passado, presente e futuro. In: ABÍLIO, F. J. P.; FLORENTINO, H. S.; RUFFO, T. L. M (Ed.). **Biodiversidade aquática da caatinga paraibana Limnologia, conservação e educação ambiental**. João Pessoa: Editora UFPB, 2018.

COSTA, A. R. S; AMORIM, C. A.; NASCIMENTO, K. J.; DIAS, A. S.; FERREIRA, R. J.; LACERDA, S. R. Characterization of Microalgae Periphytic Community in a Reservoir Semiarid Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.14, n.1, p.43–54, 2015.

COSTA, L. F.; WENGRAT, S.; BICUDO, D. C. Diatoms from distinct habitats of a highly heterogeneous reservoir, Billings Complex, southeastern Brazil. **Hoehnea**, v.44, n.4, p. 559–579. 2017c.

COSTA, L.F., WETZEL, C.E., LANGE-BERTALOT, H., ECTOR, L.; BICUDO, D.C. 2017. Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southeastern Brazilian reservoirs. **Bibliotheca Diatomologica**, v.64, p.1–302, 2017a.

COSTA, L.F.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; WILLIAMS, D. M.; BICUDO, D. C. *Eunotia enigmatica* sp. nov., a new planktonic diatom from Brazil and the transfer of *Fragilaria braunii* Hustedt to the genus *Peronia* (Bacillariophyceae). **Fottea**, v.17, n.1, p.103–113, 2017b.

COX E.J. Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. *J Micropalaeontology*, v.33, n.2, p.111–120, 2014.

COX E.J. Recognising and defining taxonomic boundaries in 'well-known' freshwater diatoms and its relevance to water quality evaluation. *Diatomededelingen*, v.37, p. 17–26, 2013.

COX, E.J. Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Fragilariophyceae,

Bacillariophyceae (Diatoms). In: **Syllabus of Plant Families**. Adolf Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. 13th Ed. Photoautotrophic eukaryotic algae Glaucocystophyta, Cryptophyta, Dinophyta/Dinzoa, Heterokontophyta Ochrophyta, Chlorarachniophyta/Cercozoa, Euglenophyta/Euglenozoa, Chlorophyta, Streptophyta (Frey, W. ed), Berlin: Borntraeger Science Publishers, pp. 64-103, 2015.

CRAWFORD, R.M.; LIKHOSHWAY, Y.V.; JAHN, R. Morphology and Identity of *Aulacoseira Italica* and Typification of *Aulacoseira* (Bacillariophyta). **Diatom Research**, v.18, n.1, p.1–19, 2003.

DAJOZ, R. Princípios de Ecologia. Artmed, Porto Alegre, 2005.

DALU, T.; FRONEMAN, P.W. Diatom-based water quality monitoring in southern Africa: challenges and future prospects. **Water SA**, v.42, n.4, p.551–559, 2016.

DANTAS, Ê. W.; MOURA, A. DO N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. DO C.; ARRUDA NETO, J.D. DE T.; CAVALCANTE, A. DE D.C. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.4, p.970–982, 2008.

DE ALMEIDA, F.F.; SANTOS-SILVA, E.N.; ECTOR, L.; WETZEL, C.E. *Eunotia amazonica* sp. nov. (Bacillariophyta), a common stalk-forming species from the Rio Negro basin (Brazilian Amazon). **European Journal of Phycology**, v.53, n.2, p.166–179, 2018.

DE GARCIA SOUZA, D.R.; BUENO, N.C.; NARDELLI, M.S.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; BAUMGARTNER, G. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) in the Hercílio River, Santa Catarina, southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v.38, n.3, p.623–637, 2015.

DIAS, I.C.A. A florística de algas de águas continentais no Brasil e a formação de recursos humanos. In: Reunião de ficologia. Formação de Ficólogos: Um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: Rio de Janeiro: Museu nacional. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia, n.10, p.125–130, 2005.

DUNCK, B.; RUWER, D.T.; FELISBERTO, S.A. Eunotiaceae Kützinger (Bacillariophyceae) perifíticas de áreas úmidas do Cerrado (veredas) no Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.71, n.3, p.283–295, 2016.

FARIA, D. M., TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Periphytic diatoms from Itaquí reservoir, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthes and Gomphonema Ehrenberg. **Biota Neotropica**, v.10, n.3, 2010.

FERRARI, F.; PROCOPIAK, L. K.; ALENCAR, Y. B.; LUDWIG, T. A. V. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta amazonica**, v.37, n.1, p.1–16, 2007.

FERRARI, F.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; BICUDO, D. C.; BICUDO, C. E. D. M. A new uncommon epilithic *Eunotia* (Bacillariophyceae, Eunotiaceae) from the Chapada Diamantina region, Northeast Brazil. **Phytotaxa**, v.164, n.3, p.161–174, 2014.

FERRARI, F.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; et al. *Perinotia diamantina* sp. nov., a new

diatom species from the chapada diamantina, northeastern Brazil. **Diatom Research**, v.24, n.1, p.79–100, 2009.

FRENGUELLI, J. Diatomeas de la Region de los Esteros dei Ybera. An. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires, v.36, 1933.

FRENGUELLI, J. Diatomeas dei Rio de la Plata. Rev. Mus. la Plata, Bot. v.3, p.213–334, 1941.

FRENGUELLI, J. El Platense y sus diatomeas, Las diatomeas del Platense. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), **Sección Paleontología**, v.3, p.77–221, 1945.

FUHRMANN, A.; METZELTIN, D.; TREMARIN, P. I. A triangular *Eunotia* (Bacillariophyceae) in southeastern Brazil: *Eunotia trigona* sp. nov. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.4, p.694–697, 2014.

FUREY, P.C.; LOWE, R.L.; JOHANSEN, J.R. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyta) of the Great Smoky Mountains National Park, USA. **Bibliotheca Diatomologica**, v.56, p.1–133, 2011.

GARCÍA, M. L.; MORALES, E. A.; GUERRERO, J. M.; TREMARIN, P. I.; MAIDANA, N. I. New *Aulacoseira* species (Bacillariophyta) from the Argentinean Patagonia and re-examination of type material of *Melosira perpusilla* Frenguelli. **Phytotaxa**, v.408, n.3, p.161–177, 2019.

GENKAL S.I. Morphology, taxonomy, ecology and distribution of *Cyclotella meduanae* Germain (Bacillariophyta). **Nova Hedwigia** v.143, p.127–140, 2014.

GENKAL S.I; BILOUS, O. P. Centric Diatoms (Centrophyceae) of the Lower Portion of the Southern Bug River (Ukraine). **International Journal Algae**, v.17, n.4, p.339–350, 2015.

GENKAL, S. L.; OKHAPKIN, A. G. Centric Diatoms (Centrophyceae) of the Lower Reaches of the Oka River (Russian Federation). **Hydrobiology Journal**, v.49, n.3, p.41–57, 2013b.

GENKAL, S. L.; YARMOSHENKO, L. P. Centric Diatoms (Bacillariophyta) of the Cooling Pond of the Khmelnytskyi Nuclear Power Station (Ukraine). **Hydrobiology Journal**, v.49, n.1, p. 51–63, 2013a.

GENKAL, S.I.; BONDARENKO, N.A.; POPOVSKAYA, G.I. New representative of the genus *Discostella* Houck et Klee (Bacillariophyta) from the Eastern Baikal area (Russia). **International Journal Algae**, v.9, n.4, p.359–364, 2007.

GLUSHCHENKO, A.M.; KULIKOVSKIY, M.S. (2017). Taxonomy and distribution of the genus *Eunotia* Ehrenberg in aquatic ecosystems of Vietnam. **Inland Water Biology**, v.10, n.2, p.130–139, 2017.

GLUSHCHENKO, A.M.; KULIKOVSKIY, M.S.; KUZNETSOVA, I.V. The Genus *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) in Waterbodies of South-East Asia. p.213, 2018.

GUERREIRO, M. J. S.; MAIA DE ANDRADE, E.; ABREU, I.; LAJINHA, T. Long-term variation of precipitation indices in Ceará State, Northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v.33, n.14, p. 2929–2939, 2013.

GUERRERO, J. M.; ECHENIQUE, R. O. *Discostella* taxa (Bacillariophyta) from the Río Limay basin (northwestern Patagonia, Argentina). **European Journal of Phycology**, v.41, n.1, p.83–96, 2006.

GUIRY, G.M. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 11 April 2019.

HÅKANSSON, H.; Clarke, K.B. Morphology and taxonomy of the centric diatom *Cyclotella atomus*. **Nova Hedwigia**, v.65, n.1–4, p.207–219, 1997.

HAMILTON, P.B.; SIVER, P.A. A morphological investigation of *Eunotia fennica* (Bacillariophyceae) from a freshwater acidic pond in Newfoundland, Canada **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v.160, n.1, p. 89–98, 2010.

HENDEY, N. I. Some marine diatoms from the Galapagos Islands. **Nova Hedwigia**, v.22, n.1–2, p.371–422, 1971.

HOFMANN, G.; WERUM, M. AND LANGE-BERTALOT, H. Diatomeen, in LANGE-BERTALOT, H. (Ed.) Süßwasser Benthos von Mitteleuropa. Koeltz Scientific Books, Königstein, p.908, 2011.

HOFMANN, G.; WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatomeen, in LANGE-BERTALOT, H. (Ed.) Süßwasser Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungs flora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie, n.2, p.908, 2013.

HOUK, V. Atlas of freshwater Centric diatoms with a brief key and descriptions. Part I. Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. **Czech Phycology**, v.1 (Supplement), 2003.

HOUK, V. Some morphotypes in the *Orthoseira roeseana* complex. **Diatom Research**, v.8, n.2, p.385–402, 1993.

HOUK, V.; KLEE, R. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützinger) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* gen. nov. **Diatom Research**. v.19, n.2, p.203–228, 2004.

HOUK, V.; KLEE, R.; TANAKA, H. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part III. Stephanodiscaceae A: *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. **Fottea**, v.10 (Supplement): p.1–498, 2010.

HUSTEDT, F. Die kieselalgen, In RABENHORST, L. Kryptogamen-Flora (ed.) Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, v.7, n.1, 2, 3, p.920, p.845, p.816, 1927–1966.

JAHN, R.; ZETZSCHE, H.; REINHARDT, R.; GEMEINHOLZER, B. Diatoms and DNA barcoding: a pilot study on an environmental sample. In Kusber, W.-H.; Jahn, R.



(eds.): Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting, Berlin-Dahlem, 23–25 March. p.63–68, 2007.

JIMENÉZ, J.C.; SALINAS, V.H.; MAGOS, Y.B. Morphological and environmental characterization of *Terpsinoë musica* (Biddulphiaceae, Bacillariophyceae) in tropical streams from Mexico. **Diatom Research**, v.32 n.2, p.185–193, 2017.

JOH, G. Algal flora of Korea. Chrysophyta, Bacillariophyceae: Centrales. Freshwater Diatoms I. **National Institute of Biological Resources**, v.3, n.1, p.1–161, 2010.

JULIUS, M.L.; THERIOT, E. C. Part I. The diatoms: a primer. In SMOL, JOHN P.; STOERMER, E. F. (Eds.): The Diatoms Applications for the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, ed. 2, 2010.

JÜTTNER, I.; ECTOR, L.; REICHARDT, E.; VAN DE VIJVER, B.; JARLMAN, A.; KROKOWSKI, J.; COX, E. J. *Gomphonema varioeduncum* sp. nov., a new species from northern and western Europe and a re-examination of *Gomphonema exilissimum*. **Diatom Research**. v.28, n.3, p.303–316, 2013.

KARTHICK, B.; KOCIOLEK, J.P. Reconsideration of the *Gomphonema* (Bacillariophyceae) species from Kolhapur, Northern Western Ghats, India: Taxonomy, typification and biogeography of the species reported by H.P. Gandhi. **Phycological Research**, v.60, p.179–198, 2012.

KELLY, M.G.; JUGGINS, S.; GUTHRIE, R.; PRITCHARD, S.; JAMIESON, J.; Rippey, B.; Hirst, H.; Yallop, M.L. Assessment of ecological status in UK rivers using diatoms. **Freshwater Biology**, v.1111, p.1365–2427, 2007.

KERMARREC, L.; FRANC A, RIMET F, CHAUMEIL P, HUMBERT JF, BOUCHEZ A (2013) Next-generation sequencing to inventory taxonomic diversity in eukaryotic communities: a test for freshwater diatoms. **Molecular Ecology Resources**, v 13, p. 607–619, 2013.

KERMARREC, L.; FRANC, A., RIMET, F., CHAUMEIL, P., FRIGERIO, J. M., HUMBERT, J. F., BOUCHEZ, A. A next-generation sequencing approach to river biomonitoring using benthic diatoms. **Freshwater Science**, v. 33, p. 349– 363, 2014.

KISS, K. T.; KLEE, R.; ECTOR, L.; ÁCS, É. Centric diatoms of large rivers and tributaries in Hungary: morphology and biogeographic distribution. *Acta Bot. Croat.* v. 71, n.2, p.311–363, 2012.

KOCIOLEK J. P. A worldwide listing and biogeography of freshwater diatom genera: a phylogenetic perspective. **Diatom Research**, v.33, n.4, p.509–534, 2018.

KOCIOLEK, J. P.; BALASUBRAMANIAN, K.; BLANCO, S.; COSTE, M; ECTOR, L; LIU, Y.; KULIKOVSKIY, M.; LUNDHOLM, N.; LUDWIG, T.; POTAPOVA, M.; RIMET, F .; SABBE, K.; SALA, S.; SAR, E.; TAYLOR, J.; VAN DE VIJVER, B.; WETZEL, C. E.; WILLIAMS, D. M.; WITKOWSKI, A.; WITKOWSKI, J. **DiatomBase**, 2019. Acess in <http://www.diatombase.org>, in 24 de Junho de 2019.

KOCIOLEK, J.P.; KINGSTON, J.C. Taxonomy, ultrastructure, and distribution of some gomphonemoid diatoms (Bacillariophyceae: Gomphonemataceae) from rivers

in the United States Canadian Journal of Botany 77: 686-705. 1999

KOCIOLEK, J.P.; LYON, D.; SPAULDING, S. Revision of the South American species of *Actinella*. In R. JAHN, J.P. KOCIOLEK, A. WITKOWSKI and P. COMPÈRE (eds.): Studies on Diatoms. A.R.G. Koenigstein: Gantner Verlag K.G, p. 131–165, 2001.

KRAMMER K. Morphology and taxonomy in some taxa of the genus *Aulacoseira* Thwaites (Bacillariophyceae). II. Taxa in the *A. granulata*-, *italica*- and *lirata*-groups. **Nova Hedwigia**, v. 53, n. 3–4, p. 477–496, 1991.

KRAMMER, K. Os cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. *Allgemeines* und *Encyonema* Part. **Bibliotheca Diatomologica**. Band 36. J. Cramer, Berlin-Estugarda, Alemanha. 1–382 p, 1997a.

KRAMMER, K. Os cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* Part., *Encyonopsis* and *Cymbelloopsis*. **Bibliotheca Diatomologica** Band 37. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, Alemanha. 1–469 p, 1997b.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. 1991. Bacillariophyceae, Teil. 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3 (H. Ettl, I. Gerloff, H. Heynig; D. Mollenhauer, eds). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena, p.1–576, 1991.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H (Ed.): Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart & Jena: G. Fisher, v. 2, n. 1, p. 1-876, 1986.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Naviculaceae Neue und wenig bekannte Taxa, ne Kombinationen and Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. **Bibliotheca Diatomologica** Band 9, 1–230 p, 1985.

KULIKOVSKIY, M.S.; LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D.; WITKOWSKI, A. Lake Baikal: Hotspot of endemic diatoms I. Iconographia Diatomologica v. 23, p. 1–607, 2012.

KULIKOVSKIY, M. S.; KOCIOLEK, J. P.; SOLAK, C. N.; KUZNETSOV, I. The diatom genus *Gomphonema* Ehrenberg in Lake Baikal. II. Revision of taxa from *Gomphonema acuminatum* and *Gomphonema truncatum-capitatum* complexes. **Phytotaxa** v. 233, n. 3, p. 251–272, 2015.

KULIKOVSKIY, M.; LANGE-BERTALOT, H.; WITKOWSKI, A.; KHURSEVICH, G.K.; KOCIOLEK, J.P. New species of Eunotia (Bacillariophyta) from Lake Baikal with comments on morphology and biogeography of the genus. **Phycologia** 54, n. 3, p. 248–260, 2015.

LANGE-BERTALOT, H. 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 27; n. 2/1–4, p.1–164, 1993.

LANGE-BERTALOT, H.; BAĞ, M.; WITKOWSKI, A.; TAGLIAVENTI, N. *Eunotia* and some related genera. In: Diatoms of Europe. In Lange-Bertalot, H. (Ed): Diatoms of

the European inland waters and comparable habitats. v. 6, Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. p. 1–747, 2011.

LANGE-BERTALOT, H.; HOFMANN, G.; WERUM, M.; CANTONATI, M. Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. English edition with updated taxonomy and added species. Koeltz Botanical Books, Schmitten-Oberreifenberg, p. 942, 2017.

LANGE-BERTALOT, H.; KÜLBS, K.; LAUSER, T.; NÖRPEL-SCHEMP, M.; WILLMANN, M. Dokumentation und Revision der von Georg Krasske beschriebenen Diatomeen-Taxa. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), **Iconographia Diatomologica**. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy. Koeltz Scientific Books. Königstein, Germany, v.3, p.358, 1991.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. Indicators of oligotrophy-800 taxa representative of three ecologically distinct lake types, Carbonate buffered-Oligodystrophic-Weakly buffered soft water. **Iconographia Diatomologica**, v.2, p.1–390, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; CAVACINI, P.; TAGLIAVENTI, N.; ALFINITO, S. Diatoms of Sardinia. **Iconographia Diatomologica**, v. 12, p.1–438, 2004.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; BARROS, M. L. B. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822, 2003.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: J. M. C. da Silva; I. R. Leal; M. Tabarelli (Eds.): **Caatinga**, The Largest Tropical Dry Forest Region in South America. Springer International Publishing. p.475, 2017.

LEVKOV, Z.; MITIC-KOPANJA, D.; REICHARDT, E. The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. In: Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Volume 8. (Lange-Bertalot, H. Eds). Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books, pp. 1-552, 2016.

LEVKOV, Z.; MITIC-KOPANJA, D.; REICHARDT, E. The diatom genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.). Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. v. 8, p. 1–552, 2016.

LIU, Y.; KOCIOLEK, P. J.; WANG, Q.; LI, L.; FAN, Y. New and interesting freshwater diatoms (Bacillariophyceae) from a biodiversity hotspot area in China. **Fottea Olomouc**, v. 21, n.1, p. 16–33, 2021.

LOBO, E.A.; SCHUCH, M.; HEINRICH, C.G.; COSTA, A.B.; DÜPONT, A.; WETZEL C.E.; ECTOR, L. Development of the trophic water quality index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. *Environ Monit Assess*, v.187, p. 1–13, 2015.

LOBO, E.A.; WETZEL, C.E.; ECTOR, L.; KATOH, K.; BLANCO, S.; MAYAMA, S. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. **Limnetica** v.29, n.1, p.10–20, 2010.

LUTTENTON, M.R.; PFIESTER, L.A.; TIMPANO P. Morphology and Growth habitat

of *Terpsinoë musica* Ehr. (Bacillariophyceae). Castanea; Journal of the Southern Appalachian Botanical Club. **Morgantown** v. 51, p. 175–182, 1986.

MARQUARDT, G.C.; BICUDO, C.E.M. Crióptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas 36: Bacillariophyceae (Cymbellales). **Hoehnea**, v. 41, n. 2, p. 209-246, 2014.

MAYAMA, S. *Eunotia sparsistriata* sp. nov., a moss diatom from Mikura Island, Japan. In: Sims, P.A. (Ed.), Progress in diatom studies, Contributions to taxonomy, ecology and nomenclature. Special volume in honour of Robert Ross on the occasion of his 80th Birthday. **Nova Hedwigia, Beiheft**, v. 106, p. 143–150, 1993.

MEDEIROS, C.N. DE; SILVA, E.L.; CRUZ, M.L.B. DA. (orgs.) Os Recursos Hídricos Do Ceará, 2011.

MEDEIROS, G.; AMARAL, M. W. W.; FERREIRA, C., P.; LUDWIG, T. V. E BUENO, N. C. *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyceae, Gomphonemataceae) do rio São Francisco Falso, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 18 n. 3, 2018.

MEDLIN, L. K. Evolution of the diatoms: major steps in their evolution and a review of the supporting molecular and morphological evidence. **Phycologia**, v. 55, n. 1, p. 79–103, 2016.

MEDLIN, L.K. Mini review: Diatom species as seen through a molecular window. Brazilian Journal of Botany, v. 41, p. 457–469, 2018.

MEDLIN, L.K.; KACZMARSKA I. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological supportt for the major clades and a taxonomic revision. **Phycologia**, v. 43, n. 3, p. 245–270, 2004.

MELO, S; TORGAN, L. C.; RAUPP, S. V. *Actinella* species (Bacillariophyta) from an Amazon black water floodplain lake (Amazonas – Brazil), **Acta amazonica**, v. 40, n. 2, p. 269–274, 2010.

MENEZES, M.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. Update of the Brazilian floristic list of algae and cyanobacteria. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1047–1062, 2015.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms from the Island Continent Madagascar. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v.11, p.1-286, 2002.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v.5, p. 1–695, 1998.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v. 18, p. 1–877, 2007.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 15, p. 1-736, 2005.

METZELTIN, D.; TREMARIN, P. I. Uma nova espécie de *Eunotia* para o sudeste do Brasil: *Eunotia fuhrmannii*. **Iheringia Serie Botanica**, v. 66, n. 2, p. 201–208, 2011.

MONTOYA-MORENO, Y. Y.; SALA, S. E.; VOUILLOUD, A.A.; AGUIRRE, N. Diatomeas (Bacillariophyta) Perifíticas Del Complejo Cenagoso De Ayapel, Colombia. I. Periphytic diatoms (Bacillariophyta) of Ayapel flood plain, Colombia. I. *Caldasia*, v. 34, n. 2, p. 457–474, 2012.

MORA, D.; ABARCA, N.; PROFT, S.; GRAU, J.; ENKE, N.; CARMONA, J.; SKIBBE, O.; JAHN, R.; ZIMMERMANN, J. Morphology and metabarcoding: a test with stream diatoms from Mexico highlights the complementarity of identification methods. **Freshwater Science**. v. 38, p. 448–464. 2019.

NASCIMENTO, F. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia**, v. 7, n. 1, p. 81–97, 2011.

OLIVEIRA, B. D.; NOGUEIRA, I. S.; SOUZA, M. G. M. Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) planctônicas do Sistema Lago dos Tigres, Britânia, GO, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, n. 2, p. 297–313, 2012.

OLIVEIRA, M. A.; TORGAN, L. C.; RODRIGUES, S. C. Diatomáceas perifíticas dos Arroios Sampaio e Sampaio, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botanica Brasilica**, v.16, n. 2, p. 151–160, 2002.

OSÓRIO, N. C.; TREMARIN, P. T. LUDWIG, T. V.; RODRIGUES, L. Gomphonema Ehrenberg (Bacillariophyceae) in a lotic environment of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum*. **Biological Sciences Maringá**, v. 39, n. 2, p. 135–147, 2017.

PATRICK R. Diatoms of Northeastern Brazil. Part I: Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 92, p. 191–226, 1940a.

PATRICK R. Some New Diatoms from Brazil. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **Notulae Naturae**. n. 59, 1940b.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnantheaceae, Naviculaceae. (Monograph. n.13). **Academy of Natural Sciensis Philadelphia**, v.1, p. 688, 1966.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. The Diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Entomoneidaceae, Cymbelaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae. (Monograph. n.13), **Academy of Natural Sciensis Philadelphia**, v. 2, n.1, p.1–213, 1975.

PEEL, M.C; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633–1644, 2007.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; BURLIGA, A. L.; KOCIOLEK, J. P.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; MELO, S. *Pinnularia caprichosa* sp. nov.: a diatom from a black water



Brazilian Amazon system. **Phytotaxa**, v. 239, n. 3, p. 280–286, 2015.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Four new *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil). **Phytotaxa**, v. 158, n. 2, p. 154–168, 2014.

POTAPOVA, M.; CHARLES, D. F. Diatom metrics for monitoring eutrophication in rivers of the United States. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 48–70, 2007.

REFLORA BACILLARIOPHYCEAE in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB97964>>. Acesso em: 16 Jan. 2020

REICHARDT, E.; LANGE-BERTALOT, H. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum*, *G. dichotomum*, *G. intricatum*, *G. vibrio* und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). **Nova Hedwigia**, v. 53, n. 3–4, p. 519–544, 1991.

REICHARDT, E. Die Diatomeen (Bacillariophyceae). In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.) Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843). **Iconographia Diatomologica**, v.1, 1995.

REICHARDT, E. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*: Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v. 8, 1999.

REICHARDT, E. *Gomphonema gracile* Ehrenberg sensu stricto et sensu auct. (Bacillariophyceae): A taxonomic revision. **Nova Hedwigia**, v.101, n. 3-4, p. 367–393, 2015a.

REICHARDT, E. Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. In **Studies on Diatoms** (R. Jahn, J.P Kociolek, A. Witkowski, P. Compère, eds.). Koeltz Scientific Books, Koenigstein, p. 187-224, 2001.

REICHARDT, E. Taxonomy and distribution of *Gomphonema subtile* Ehrenberg (Bacillariophyceae) and six related taxa. **Fottea**, v. 15, n. 1, p. 27-38, 2015b.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A.; MONTUELLE, B. Benthic diatoms and phytoplankton to assess nutrients in a large lake: complementarity of their use in Lake Geneva (France–Switzerland). **Ecological Indicators** v. 53, p. 231–239, 2015.

RIMET, F.; GUSEV, E.; KAHLERT, M.; KELLY, M. G.; KULIKOVSKIY, M.; MALTSEV, Y.; MANN, D. G.; PFANNKUCHEN, M., TROBAJO, R., VASSELON, V., ZIMMERMANN, J., BOUCHEZ, A. Diat.barcode, an open-access curated barcode library for diatoms. **Scientific reports**, v.9, n.1, 2019.

ROSE, D.T.; E.J. COX. What constitutes *Gomphonema parvulum*? Long-term culture studies show that some varieties of *G. parvulum* belong with other *Gomphonema* species. – **Plant Ecol. Evol.** v. 147, p. 366–373, 2014.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms**: biology and morphology of the genera, New York: Cambridge University Press. p. 1–747, 1990.

RUWER, D. T.; LUDWIG, T. A. V.; RODRIGUES, L. Two new diatom species (Bacillariophyceae) from Brazilian floodplain: *Actinella hermes-moreirae* sp. nov. and *Gomphonema mutunensis* sp. nov. **Phytotaxa**, v. 395, n. 2, p. 71–80, 2019.

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza de espécies. In: CULLEN JR. L.; RUDRAN R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Ed.): **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo de vida silvestre**. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.19–41, 2003.

SCHMIDT, A. Atlas der Diatomaceen-Kunde. Leipzig, Reisland, Band III, Serie VI, Tafel 241–288, 1874–1959.

SCHNECK, F.; TORGAN, L. C.; SCHWARZBOLD, A. Diatomáceas epilíticas em riacho de altitude no sul do Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 2, p. 325–338, 2008.

SILVA, W.J.; DE NOGUEIRA, I.S.; DA SOUZA, M.G.M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. **Iheringia Série Botânica**, v. 66, n. 1, p. 61–86, 2011.

SIMONSEN, R. Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt. J. Cramer, Berlin & Stuttgart, v.1, p.1–525, 1987.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B. Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Waterbodies on the Atlantic Coastal Plain. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 22, p. 1–923, 2011.

SIVER, P.A.; HAMILTON, P.B.; STACHURA-SUCHOPLES, K.; KOCIOLEK, J.P. Diatoms of North America. The Freshwater Flora of Cape Cod. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica** v.14, p.1–463, 2005.

SMOL, JOHN P.; STOERMER, E.F. **The Diatoms Applications for the Environmental and Earth Sciences**. 2 ed. Cambridge University Press, 2010.

STACHURA-SUCHOPLES, K.; WILLIAMS, D.M. Description of *Conticribra tricircularis*, a new genus and species of Thalassiosirales, with a discussion on its relationship to other continuous cribra species of *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyta) and its freshwater origin. **European Journal of Phycology**, v. 44, n. 4, p. 477–486, 2009.

STERRENBURG F.A.S. *Terpsinoë musica* Ehrenberg (Bacillariophyceae, Centrales), with emphasis on protoplast and cell division. **Neth J Aq Eco** 28: 63–69, 1994.

STEVENSON, J. Ecological assessments with algae: a review and synthesis. **Journal of Phycology** v.50, p. 437–461, 2014.

SYVERTSEN, E.E.; HASLE, G.R. *Thalassiosira bulbosa* Syvertsen sp. nov., an Arctic marine diatom. **Polar Biology**, n. 3, p. 167–172, 1984.

TANAKA, H. Taxonomic studies of the genera Cyclotella (Kützing) Brébisson,

*Discostella* Houk et Klee, and *Puncticulata* Håkanson in the family Stephanodiscaceae Glezer et Makarova (Bacillariophyta) in Japan. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 53, p. 1–205, 2007.

TAYLOR J.C; COCQUYT, C. Diatoms from the Congo and Zambezi Basins - Methodologies and identification of the genera. ABC Taxa and the Belgian Development Cooperation, Belgium. v. 16, p. 364, 2016.

THERIOT, E.C.; ASHWORTH, M.; RUCK, E., NAKOV, T.; JANSEN, R.K. 2010: A preliminary multigene phylogeny of the diatoms: challenges for future research. – **Plant Ecol. Evol.** v. 143, p. 278–296, 2010.

TOBIAS, F. A. C.; GAISER, E. E. Taxonomy And Distribution Of Diatoms In The Genus *Gomphonema* From The Florida Everglades, U.S.A., **Diatom Research**, v. 21, n. 2, p. 379–405, 2006.

TORGAN, L. C.; BECKER, V.; PRATES, H. M. Checklist das diatomáceas (Bacillariophyta) de ambientes de águas continentais e costeiros do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, n. 52, p. 89–144, 1999.

TORGAN, L.C.; SANTOS, C.B. *Thalassiosira weissflogii* (Coscinodiscophyceae, Bacillariophyta) em ambientes lacustres na Planície Costeira do sul do Brasil. **Iheringia, Serie Botanica** v. 61, n. 1–2, p. 135–138, 2006.

TREMARIN, P. I.; FREIRE, E. G.; BERTOLLI, L. M.; LUDWIG, T. A. V. Catálogo das diatomáceas ( Ochrophyta - Diatomeae ) continentais do estado do Paraná. **Iheringia Série Botânica**, v. 64, n. 2, p. 79–107, 2009a.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. *Aulacoseira veraluciae* sp. nov. (Coscinodiscophyceae, Aulacoseiraceae): A common freshwater diatom from Brazil. **Phytotaxa**, v. 184, n. 4, p. 208–222, 2014.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Ultrastructure of *Aulacoseira brasiliensis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae) and comparison with related species. **Fottea**, v. 12, n. 2, p. 171–188, 2012.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. V.; TORGAN, L. C. Morphological variation and distribution of the freshwater diatom *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen in Brazilian continental environments. **Iheringia, Serie Botanica**, v. 68, n. 1, p. 139–157, 2013.

TREMARIN, P.I., BERTOLLI, L.M., FARIA, D. M., COSTIN, J.C; LUDWIG, T.A.V. *Gomphonema* Ehrenberg e *Gomphosphenia* Lange-Bertalot (Bacillariophyceae) do Rio Maurício, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p.111–130, 2009b.

TUJI, A. A new freshwater diatom, *Terpsinoë muninensis* sp. nov., from the Ogasawara Islands, Japan. **Mem. Natl. Mus. Nat. Sci.**, Tokyo. v. 52, p. 5–15, 2018.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Type Examination of *Cyclotella wortereckii* Hust. (Bacillariophyceae) with Special Attention to the Position of Its Rimoportula. **Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Serie Botanica**, v. 32, n. 1, p. 15–17, 2006.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Typification of *Conferva pectinalis* O. F. Müll. (Bacillariophyceae) and the Identity of the Type of an Alleged Synonym, *Fragilaria capucina* Desm. **Taxon**, v. 55, n. 1, p. 193–199, 2006.

TUSSET, E. A.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. Two new *Stauroneis* species (Bacillariophyta, Stauroneidaceae) from midwestern karstic Brazilian formations. **Phytotaxa**, v. 358, n. 3, p. 265–277, 2018.

VAN HEURCK, H. Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas.,pls XXXI-LXXVII Anvers: Ducaju et Cie. p. 31–77. 1881.

VAN-DE-VIJVER, B.; JARLMAN, A. HAAN, D. M. COMPERE, P. The Ultrastructure of *Gomphonema augur* and *Gomphonema gautieri* (Bacillariophyta), *Cryptogamie, Algologie*, v. 34, n. 2, p. 103–116, 2013.

VENKATARAMAN, G.S. (1939). A systematic account of some South Indian Diatoms. Proceedings of the National Academy of Science, India, Sect. B, v. 10, n. 6, p. 293–368, 1939.

VIEIRA, R. DE. S.; LACERDA, S. R.; OLIVEIRA, E. C. C. DE; NASCIMENTO, K. J. DO; DIAS, A. S. Biodiversidade De Microalgas Perifíticas Do Rio Da Batateira (Sítio Fundação - Crato-Ce). **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 12, n. 1, p. 7–15, 2013.

VOUILLOUD, A.A.; SALA, S.E.; NÚÑEZ, M.; AVELLANEDA, M.N.; DUQUE, S.R. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema* (Cymbellales: Bacillariophyceae). *Revista de Biologia Tropical*, v. 58, p. 45–62, 2010.

WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. **Iconographia Diatomologica**, v. 13, n. 3–417, 2004.

WETZEL, C. E.; KOCIOLEK, J. P. *Burliganiella* gen. nov. (Bacillariophyta, Eunotiales): Another Case of Raphe Reduction Based on the Type Material of *Fragilaria siolii* Hustedt. **Cryptogamie, Algologie**, v. 39, n. 2, p. 255–265, 2018.

WETZEL, C.A.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L.; BICUDO, D. C. Colonial planktonic Eunotia (Bacillariophyceae) from Brazilian Amazon: Taxonomy and biogeographical considerations on the *E. asterionelloides* species complex. **Nova Hedwigia**, v. 91 n. 1–2, p. 49–86, 2010.

WU, S. 2013. *Terpsinoë musica*. Diatoms of North America. [https://diatoms.org/species/terpsinoe\\_musica](https://diatoms.org/species/terpsinoe_musica) (last access in 18/04/2020)

ZHANG, W.; XU, X. Y.; KOCIOLEK, J. P.; WANG, L. *Gomphonema shanghaiensis* sp. nov., a new diatom species (Bacillariophyta) from a river in Shanghai, China. **Phytotaxa** v. 278, n. 1, p. 29–38, 2016.

ZIMMERMANN, C.S.J. Contribuição para o estudo das diatomáceas dos Estados Unidos do Brasil III. **Brotéria, Série Botânica** 12:65-71, 1915-1914.

## APÊNDICE 1

## Artigo I

***Unraveling diatoms from the Caatinga: centric diatoms (Coscinodiscophyceae and Mediophyceae) in northwestern Ceará, Brazil.***

Manuscrito editado seguindo as normas da revista *Biota Neotropica* Com Qualis: B1 e fator de impacto em 2019 de 1.072.

Submetido em 12 de Dezembro de 2020.



***Unraveling diatoms from the Caatinga: centric diatoms (Coscinodiscophyceae and Mediophyceae) in northwestern Ceará, Brazil.***

***Desvendando as diatomáceas da Caatinga: Coscinodiscophyceae e Mediophyceae no nordeste do Ceará, Brasil.***

***Centric diatoms from Caatinga, Ceará***

***Maria Gabrielle Rodrigues Maciel<sup>1\*</sup>, Kaoli Pereira Cavalcante<sup>2</sup>, Thelma Alvim Veiga Ludwig<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Centro Politécnico, Curitiba, Paraná, Brasil.*

<sup>2</sup>*Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Campus Betânia, Sobral, Ceará, Brasil.*

*\*Corresponding author: Maria Gabrielle Rodrigues Maciel, e-mail: [gabrielle.r.maciell@gmail.com](mailto:gabrielle.r.maciell@gmail.com)*

Maria Gabrielle Rodrigues Maciel <https://orcid.org/0000-0002-8594-2990>

Kaoli Pereira Cavalcante <https://orcid.org/0000-0001-7843-4114>

Thelma Alvim Veiga Ludwig <https://orcid.org/0000-0003-0576-3499>

## **Author contributions**

Gabrielle Maciel – contributed in the data collections, images collection, manuscript preparation;

Kaoli Cavalcante – contributed in the data collections, text review

Thelma Ludwig – Contribution to SEM images collection, text review.

Gabrielle Maciel, Kaoli Cavalcante and Thelma Ludwig – contributed to data analysis and interpretation; taxonomy and nomenclature review; critical revision and manuscript preparation, all adding intellectual content.

## **Conflicts of interest**

The authors declare that they have no conflict of interest related to the publication of this manuscript.

**Concordamos com o pagamento da taxa de 30 reais por página para publicação na *Biota Neotropica*.**

## Abstract

The Caatinga is the largest tropical dry forest region in the South America and harbors an impressive biological diversity. However, efforts in the studies of many groups of organisms, especially aquatic ones, are very small compared to other Brazilian regions. In the state of Ceará, which stands out due to the major concentration of surface water in the semi-arid region, the diatom flora is virtually unknown. Here we performed a pioneering and extensive taxonomic study on the centric diatoms from the Caatinga, documenting the morphological variation of the species found, expanding their geographic distribution and reviewing taxonomic and nomenclatural aspects when relevant. The study was based on planktonic and periphytic samples collected in four hydrographic basins located in the northwestern region of Ceará, northeastern Brazil. Fourteen infra-generic diatom taxa were identified, described and illustrated using light and scanning electron microscopy. *Discostella stelligera* was first recorded for northeastern Brazil and *D. woltereckii* is a new record to the country. Diminutive centric diatoms are well represented in the samples and their taxonomy is discussed. *Terpsinoë musica* occurred in a population with high phenotypic plasticity and we discussed its taxonomic implications.

Key words: Bacillariophyta, intermittent water bodies, semiarid, taxonomy

## Resumo

A Caatinga é a maior região de floresta tropicalmente seca da América do Sul e abriga uma diversidade biológica impressionante. Porém, os esforços no estudo de diversos grupos de organismos, principalmente aquáticos, são muito escassos se comparados a outras regiões brasileiras. No estado do Ceará, que se destaca pela grande concentração de águas superficiais no semiárido, a flora de diatomáceas é praticamente desconhecida. Aqui realizamos um estudo taxonômico pioneiro e extenso sobre as diatomáceas cêntricas da Caatinga, documentando a variação morfológica das espécies encontradas, ampliando sua distribuição geográfica e revisando aspectos taxonômicos e nomenclaturais quando relevantes. O estudo baseou-se em amostras planctônicas e perifíticas coletadas em quatro bacias hidrográficas localizadas na região noroeste do Ceará, nordeste do Brasil. Quatorze táxons de diatomáceas infra-genéricos foram identificados, descritos e ilustrados usando microscopia óptica e eletrônica de varredura. *Discostella stelligera* foi registrada pela primeira vez para o nordeste do Brasil e *D. woltereckii* é um novo registro para o país. Diatomáceas cêntricas diminutas estão bem representadas nas amostras e sua taxonomia é discutida. *Terpsinoë musica* ocorreu em uma população com alta plasticidade fenotípica e discutimos suas implicações taxonômicas.

Palavras-chave: Bacillariophyta, corpos d'água intermitentes, semiárido, taxonomia

## Introduction

The Caatinga is an important Brazilian ecological region, recognized as the largest seasonally dry tropical forest in South America (Silva et al. 2017). It is predominant in the semi-arid region of northeastern Brazil, but is interspersed with remnants of humid and sub-humid areas due to elevation and ocean proximity (Bastos et al. 2012). Studies have demonstrated the vast biodiversity of the Caatinga. The fauna and flora are well adapted to water shortages (Santos et al. 2011, Silva et al. 2017), but significantly affected by extensive processes of environmental change and deterioration caused by unsustainable use of its resources (Leal et al. 2003).

The state of Ceará includes a major concentration of surface water in the Caatinga region (Andrade et al. 2017). A large part of the state has a tropical, semi-arid climate, with high annual average temperatures, high rates of evaporation, and scarce and irregular rainfall that is restricted to a short period of the year (IPECE 2016). Consequently, most water bodies are seasonally intermittent and many were made permanent by dam construction (IPECE 2016). Concerning factors are pollution from industry, lack of basic sanitation, siltation resulting from riparian deforestation, and the numerous dams built to retain water (Moro et al. 2015). Freshwater sources are threatened by the anthropogenic pressures and biodiversity is declining (Virta et al. 2019).

Diatoms are ordinary and abundant components in freshwater systems. They play important ecological roles in aquatic environments as primary producers at the base of the trophic web, which can occur in different nutrient regimes, pH, salinity and temperature (Julius & Theriot 2010). The rapid response time to environmental changes, make diatoms reliable aquatic bioindicators often employed to assess water quality (Kelly et al. 1998, Lobo et al. 2010, 2015, Álvarez-Blanco et al. 2013, Lai et al. 2014, Stevenson 2014, Dalu & Froneman 2016).

In Brazil, diatom research is mostly concentrated in the South and Southeast, due to the greater representation of specialized research centers in these regions (Menezes et al. 2015). Focusing on inventories describing the diversity of diatoms in poorly studied regions of the country are crucial. The earliest studies on diatoms in northeastern Brazil were carried out by Patrick (1940a, b), who recorded 30 taxa in Ceará. More recently, only a few studies involving microalgae have been conducted in the southern Ceará, and diatoms have generally been identified to class or genus level, rarely to species level (Aquino et al. 2011, Vieira et al. 2013, Amorin et al. 2015, Costa et al. 2015). There are approximately 50 taxa of centric diatoms registered in fresh waters from Brazil (Eskinazi-Leça et al. 2015, Ludwig & Tremarin 2017) but no record of centric diatom was found to the Caatinga region, highlighting the knowledge gaps of regional biodiversity and the great need for recent taxonomic studies in that area.

This study aims to expand the knowledge of diatom biodiversity in the state of Ceará reducing gaps in our understanding of the geographic distribution of centric diatoms in the semi-arid region of Brazil. We performed a taxonomic study including samples from four hydrographic basins in northwest Ceará. Herein, we focus on population analysis of the species, detailed descriptions, taxonomic comments and illustrations using light and electron microscopy.

## Material and Methods

Ceará state is divided into seven mesoregions. The study area is located in the northwest of the state (Figure 1) and covers 34,560 km<sup>2</sup> with a population of 326,847 inhabitants distributed across 47 cities (IPECE 2008), 12 of which were included in this study (Table 1). Four hydrographic basins make up this mesoregion: Acaraú River, Coreaú River, Coastal rivers, and Parnaíba River (Nascimento 2011).

Sampling was conducted during 2016, 2018, and 2019 in different freshwater environments in the river basins (Table 1). Twenty-three samples were collected: 17 epiphytic, 3 epilithic, 1 epipsamic and 2 phytoplanktonic. Plankton were obtained with a plankton net (20 µm mesh) and periphyton, which are attached to natural substrates, were collected manually. Abiotic parameters of water (Table 1) were measured when possible using a pH-meter PG1400 (Gehaka, Ltda) and conductivity meter CG1400 (Gehaka, Ltda).

Samples were preserved in 4% formaldehyde and cleaned according to Simonsen (1974), with modifications described by Moreira-Filho & Valente Moreira (1981). Permanent slides were mounted with Naphrax® resin (refractive index = 1.74). Diatoms were analyzed and illustrated using the Olympus BX40 light microscope (Olympus, Tokyo, Japan) equipped with an Olympus DP71 image capture camera. Cleaned subsamples were deposited in aluminum stubs, coated with gold using a Bal-Tec SCD050 Sputter Coater (Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). Preparations were analyzed in the JEOL JSM 6360-LV (Jeol, Japan) and TESCAN VEGA 3 LMU scanning electron microscopes (Tescan Analytics, Brno, Czech Republic), housed at the Electron Microscopy Center of the Federal University of Paraná (UFPR).

Classification follows Medlin & Kaczmarska (2004) for supra-ordinal taxa and Round et al. (1990) for subordinal ones. Densities of striae and marginal processes of centric diatoms were calculated according to Hasle (1983) and modified by Syvertsen & Hasle (1984). Morphological terminology was based on Round et al. (1990) and Houk et al. (2003, 2010). Samples and slides were registered and deposited in the herbaria of the Federal University of Paraná (UPCB), Curitiba, Paraná, and the State University of Vale do Acaraú (HUVA), Sobral, Ceará, Brazil (Table 1).

## Results and Discussion

We present 13 species and one non-typical variety of centric diatoms, distributed among three genera of Coscinodiscophyceae and five genera of Mediophyceae. Descriptions and comments follow.

Bacillariophyta Karsten

Coscinodiscophytina Medlin et Kaczmarska

Coscinodiscophyceae Round et R.M. Crawford

Aulacoseirales Crawford

Aulacoseiraceae Thwaites

*Aulacoseira* Thwaites

*Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, Bacill., 2:56. 1979.

**Literature consulted:** Buczkó et al. (2010), Tremarin et al. (2013).

**Figure 2** a–b

Frustules cylindrical, mantle ornamented with striae arranged obliquely in relation to the perivalvar axis in a dextrorse pattern, areolae rounded, delicate. Diameter 5.7–6.4 µm; mantle height 9.9 µm; 17 striae in 10 µm and 17 areolae in 10 µm.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Catunda, Celso weir (UPCB: 78411, HUVA: 24535). Species found in epilithic and epiphytic samples.

*Aulacoseira granulata* var. *granulata* (Ehrenberg) Simonsen, Bacill., 2:58. 1979.

**Literature:** Krammer & Lange-Bertalot (1991), Houk (2003), Cavalcante et al. (2013).

**Figure 2 c–f**

Frustules cylindrical, united in straight filaments; terminal valves with one or two long spines; mantle ornamented with striae arranged parallel to the perivalvar axis; areolae rounded to rectangular; coarse, v-shaped sulcus not very pronounced. Diameter 5.7–7.7 µm; mantle height 11.6–21.3 µm; 8–12 striae in 10 µm and 8–10 areolae in 10 µm.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Varjota, Araras weir (UPCB: 78392, HUVA: 24516). Sobral, Jaibaras weir (UPCB: 78395, HUVA: 24519). Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78407, HUVA: 24531). Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB: 78418, HUVA: 24542). The species was found in epilithic, epiphytic and phytoplanktonic samples.

*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen, Bacill., 2:58. 1979.

**Literature consulted:** Krammer & Lange-Bertalot (1991), Houk (2003), Cavalcante et al. (2013).

**Figure 2 g–l**

Frustules cylindrical, united in predominantly straight filaments by small connecting spines, terminal valves have long spines; mantle ornamented by obliquely striae (dextrorse pattern) in the connecting valves and parallel in the separation valves; areolae rounded; sulcus not pronounced. Diameter 3.0–4.0 µm; mantle height 10.6–13.3 µm; 16–17 striae in 10 µm and 18–20 areolae in 10 µm.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Varjota, Araras weir (UPCB: 78392, HUVA: 24516). Sobral, Jaibaras weir (UPCB: 78395, HUVA: 24519). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78404, 78407, HUVA: 24528, 24531). Catunda, Carmina weir and Celso weir (UPCB: 78409, 78410, HUVA: 24533, 24534). *A. granulata* var. *angustissima* was the most frequent *Aulacoseira* among the sampling points and was found mainly in epiphytic samples.

*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen, Bacill., 2:60. 1979.

**Literature consulted:** Crawford et al. (2003); Houk (2003).

**Figure 2. m–q**

Frustules cylindrical, united in straight filaments by conspicuous connection spines; mantle ornamented with striae parallel to the perivalvar axis; areolae rounded, delicate. Diameter 8.5–10.6 µm; mantle height 12.6–17.4 µm; 22–24 striae in 10 µm and 18–22 areolae in 10 µm.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Catunda, Celso weir (UPCB: 78411, HUVA: 24535). Species found in epiphytic and epilithic samples.



Bacillariophytina Medlin et Kaczmarska

Mediophyceae (Jousé et Proshkina-Lavrenko) Medlin et Kaczmarska

Stephanodiscales Nikolaev et Harwood

Stephanodiscaceae Makarova

*Cyclotella* (Kützing) Brébisson

*Cyclotella atomus* Hustedt, Arch. Hydrobiol., 15:143, pl. 9, figs 1–4, 1937.

**Literature consulted:** Tanaka et al. (2007), Cavalcante et al. (2013), Houk et al. (2010).

**Figure 3 a–j**

Valves circular, ornamented by marginal radiate striae separated by costae; marginal fuloportula ring, with fuloportulae distributed every 3 or 4 striae; one rimoportula located between two marginal fuloportulae; one subcentral fuloportula. Diameter 5.0–6.5  $\mu\text{m}$ ; perivalvar axis 3  $\mu\text{m}$ ; 7.9–14 striae in 10  $\mu\text{m}$  and 3.3–3.8 marginal fuloportulae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** valve surface is slightly undulated in the central area (Figure. 3 h) and striae irregularly distributed from marginal valve face to mantle with delicate round poroids; marginal fuloportula ring located at the valve face/mantle junction, occurring at an interval of every three or four costae (Figure 3 i, j). Externally, fuloportulae and rimoportula openings are simple pores. Internally, striae are not alveolate (Figure 3 j); the subcentral fuloportula have three satellite pores and marginal fuloportulae have two satellite pores in radial position; one sessile marginal rimoportula with a slightly oblique labiate opening (Figure 3 j).

**Comment.** Populations of *Cyclotella atomus* in northwest Ceará follow the morphometric variation described in the literature (diameter 3.5–8.5  $\mu\text{m}$ ), but the striae density showed lower values (12–20 in 10  $\mu\text{m}$ , Tanaka 2007, Houk 2010). However, Cavalcante et al. (2013) have also registered lower striae density (9–16 in 10  $\mu\text{m}$ ) in specimens from Northeastern Brazil. *Cyclotella cryptica* Reimann, Lewin et Guillard mainly differs from *C. atomus* due to the marginal fuloportulae located at an interval of every one or two costae (Houk et al. 2010).

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Massapê, temporary pond near to Acaraú River (UPCB: 78399, HUVA: 24523). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78407, 78408, HUVA: 24527, 24531, 24532). The species occurred in epiphytic, epilithic and phytoplanktonic samples.

*Cyclotella cryptica* Reimam, Lewin et Guillard, Phycol., 3:82, figs. 4–11. 1963 **Literature consulted:**

Cavalcante et al. (2013), Houk et al. (2010).

**Figure 4 a–l**

Valves circular, ornamented by marginal radiate striae separated by costae; marginal striae radiated; marginal fuloportulae ring, fuloportulae distributed in an interval of every one or two costae and always associated to the costa; one sessile rimoportula located between two marginal fuloportulae; one subcentral fuloportula. Diameter 6–12  $\mu\text{m}$ ; 6–8 striae in 10  $\mu\text{m}$  and 2.2–4.5 marginal fuloportulae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** internally, semi-open alveolate striae (Figure 4 j–l); subcentral and marginal fuloportulae with three satellite pores around a long tube (Figure 4 j–k); one marginal rimoportula with small labiate opening that is oriented obliquely lies on the costa (Figure 4 k).

**Comment.** *Cyclotella cryptica* and *C. meneghiniana* Kützing are similar in valve diameter and number of marginal processes, but *C. meneghiniana* differs mainly due to the internally closed alveoli, which makes the separation between the central and marginal areas quite evident (Houk et al. 2010). Hevia-Orube et al. (2017) state that *C. cryptica* may resemble *C. meneghiniana* when found in environments with low salinity and shows typical characteristics in environments with salinity > 4.3.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Massapê, temporary pond near the Acaraú River (UPCB: 78399, HUVA: 24523). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78406, 78407, 78408, HUVA: 24527, 24530, 24531, 24532). Taperauba, lake in Pedra da Andorinha (UPCB: 78402, HUVA: 24526). Catunda, Carmina weirs (UPCB: 78409, HUVA: 24533) and Celso weirs (UPCB: 78410, HUVA: 24534). Varjota, Araras weir (UPCB: 78392, HUVA: 24516). The species occurred in epiphytic, epilithic, and phytoplanktonic samples.

*Cyclotella marina* (Tanimura, Nagumo et M. Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector, in Aké-Castillo et al. Nova Hedwigia Beiheft, v. 141, p. 267, figs 2–9, 2012.

**Literature consulted:** Aké-Castillo et al. (2012), Cavalcante et al. (2013).

#### Figure 5 a–h

Valves circular, without ornamentation; three to four marginal fulcportulae distant from each other; one rimoportula between two marginal fulcportulae; alveolate striae inconspicuous. Diameter 3.2–4.7 µm; 2–4 marginal fulcportulae in 10 µm.

**In SEM:** valve surface flat; striae radiate, delicate, extending toward the central region; alveoli absent and marginal fulcportulae arranged at the face/mantle junction; one pedunculated marginal rimoportula (Figure 5 h).

**Comment.** *Cyclotella marina* differs from *C. atomus* var. *atomus* and *C. atomus* var. *gracilis* Genkal et Kiss (1993:40) due to less developed alveolate striae and the absence of central fulcportula (Tanimura et al. 2004). Also, the literature states the preference of *C. marina* for coastal, high-nutrient marine environments (Aké-castillo et al. 2012, Hevia-Orube et al. 2017). However, the species has been registered in freshwater environments, which implies that it has a wide distribution. (Cavalcante et al. 2013, Genkal, S.I. & Yarmoshenko, 2013; Genkal, S.I. & Okhapkin, 2013, Genkal, S.I. & Bilous, 2015) *Cyclotella marina* was registered in Brazil by Cavalcante et al. (2013) in riverine waters of Bahia State, Northeastern Brazil. According to Tanimura et al. (2004) and Chung et al. (2010), it is a metaphytic species occurring in both plankton and epiphyton. The present study is the second record of *C. marina* in freshwater systems in Brazil.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78405, 78408, HUVA: 24527, 24529, 24532). The species was registered exclusively in Acaraú River, influenced by domestic sewage, in epiphytic, epipsamic and phytoplanktonic samples.

*Cyclotella meduanae* Germain, Flore des Diatomées. p. 36, pl. 8, fig. 28, pl. 154, figs. 4, 4a, 1981.

**Literature consulted:** Tanaka (2007), Houk et al. (2010), Cavalcante et al. (2013).

#### Figure 5 i

**In SEM:** circular valve ornamented by marginal radiate striae separated by costae. From internal view, striae are not alveolate; marginal fulcportula ring located at the face/valve mantle junction, at every one or two

striae; subcentral fuloportula absent; one marginal rimoportula located between two fuloportulae on the costae; striae with delicate areolae. Diameter 5.9  $\mu\text{m}$ ; 9.7 striae at 10  $\mu\text{m}$  and 4.3 marginal fuloportulae at 10  $\mu\text{m}$ .

**Comment.** The only specimen found during SEM preparations is consistent with descriptions by Houk et al. (2010) and Cavalcante et al. (2013). *C. katiana* Sala et Ramírez, which was proposed in Colombia (Sala & Ramírez, 2008), was recently considered synonymous with *C. meduanae* based on their overlapping diacritical characteristics (Genkal 2014). *Cyclotella meduanae* resembles *C. cryptica* but differs mainly in relation to the absence of the subcentral fuloportula in *C. meduanae* (Houk et al. 2010).

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Sobral, Acaraú River (UPCB: 78408, HUVA: 24532). Catunda, Carmina weir (UPCB: 78409, HUVA: 24533). The species occurred only in plankton in epiphyton.

*Cyclotella meneghiniana* Kützing, Die Kies. Bacill. oder Diat., p. 50, pl. 30, fig. 68, 1844.

**Literature consulted:** Houk et al. (2010), Cavalcante et al. (2013).

#### Figure 6 a–k

Valves circular, with evident separation between central and marginal areas, central area with tangential undulation; marginal striae alveolate; marginal fuloportula ring, with one fuloportula in each stria, sometimes absent; one rimoportula inserted between two marginal fuloportulae; one to two subcentral fuloportula. Diameter 7.9–18.4  $\mu\text{m}$ ; 7.0–8.0 striae in 10  $\mu\text{m}$  and 4.9 marginal fuloportulae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** the external valve surface is slightly undulated in the central region, ornamented by granules; subcentral fuloportulae (Figure 6 h); marginal single or double spines positioned in line with each costa (Figure 6 h, i). Internal view with closed alveoli, marginal and subcentral short tube fuloportulae surrounded by three satellite pores (Figure 6 k); one pedunculated marginal rimoportula between two marginal fuloportulae, with obliquely oriented labiate opening (Figure 6 j).

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Varjota, Araras weir (UPCB: 78392, HUVA: 24516). Granja, Gangorra weir (UPCB: 78393, 78394, HUVA: 24517, 24518). • Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Massapê, temporary pond near the Acaraú River (UPCB: 78399, HUVA: 24523). Taparuaba, lake in Pedra da Andorinha and Olho d'água do Pajé (UPCB: 78402, 78400, HUVA: 24526, 24524). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78404, 78406, 78407, 78408, HUVA: 24527, 24528, 24530, 24531, 24532). Catunda, Carmina and Celso weirs (UPCB: 78409, 78410, HUVA: 24533, 24534). Viçosa do Ceará, Quatiguaba River (UPCB: 78413, HUVA 24537). The species occurred in epiphytic, epilithic, and phytoplanktonic samples.

*Discostella* Houk et Klee

*Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee, Diat. Res. v. 19, n. 2, p. 208, 2004.

**Literature consulted:** Houk et al. (2004, 2010), Tuji & Williams (2006), Guerrero & Echenique (2006).

#### Figure 7 a–i

Valves circular, with convex central area, ornamented by short striae irregularly arranged in form of a rosette; marginal area occupies less than half of the valve surface; marginal alveolate striae, radial and regular in length; marginal ring of fuloportulae inconspicuous in LM. Diameter 5.9–12  $\mu\text{m}$  and 7.9–11.7 striae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** internal view with marginal fuloportulae located in line with striae and between costae, in the valve face/mantle junction, surrounded by two satellite pores; one small marginal rimoportula present between

marginal fuloportulae (Figure 7 i). The internal opening of the alveolate striae is shortened when it coincides with fuloportula or rimoportula. A hyaline area separates the marginal from the central striations.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Granja, Gangorra weir (UPCB: 78393, HUVA: 24517). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78409, HUVA: 24527, 24533). Species found mainly in epiphytic samples.

***Discostella woltereckii*** (Hustedt) Houk et Klee, Diat. Res. v. 19, n. 2, p. 223. 2004. **Literature consulted:** Houk et al. (2010), Guerrero & Echenique (2006).

**Figure 7 j–o**

Valves circular, flat to moderately convex central area, with two ornamentation patterns: elongated marginal striae, of irregular length, which extends to the valve center (Figure 7 j–m), or irregular marginal striae occupying more than one half of the valve, separated from the central region, which presents short radiated rosette-shaped striation, (Figure 7 n, o); marginal ring of fuloportulae is inconspicuous in LM. Diameter 4.8–5.0  $\mu\text{m}$ ; 8.9 striae in 10  $\mu\text{m}$ .

**Comment.** *Discostella woltereckii* var. minor Öberg, Risberg et Stabell differs from the typical species due to smaller valve diameter (1.9–4.0  $\mu\text{m}$ ) and the dichotomously arranged valve face (Öberg et al. 2009) *Discostella guslyakovyi* Genkal, Bondarenko et Popovskaya also differs in diameter (2.8–5.7  $\mu\text{m}$ ), valve contour, and non-tubular marginal fuloportulae. (Genkal et al. 2007).

Similarities are notable between *D. pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee and *D. woltereckii*. Both have irregular marginal striations, long tubular marginal fuloportulae, and may present a central area ornamented by short striae arranged in a rosette shape (Houk et al. 2010). According to Guerreiro et al. (2006), *D. pseudostelligera* has a broad hyaline ring occupying about half of the valve diameter, located between the central and the marginal area, while in *D. woltereckii* the central area is very small, sometimes reduced to an isolated stria.

The population in Ceará is similar to that presented by Houk et al. (2010) fig.19, pl.354, Hustedt (1942) fig.25, pl.324 for *D. woltereckii* type material, and also Huber-Pestalozzi (1942, fig. 488A, pl. CXVIII). When analyzing the type material of both taxa, Houk et al. (2010) stated that, although the morphology can sometimes overlap, making identification inaccurate, the separation of the taxa can be related to ecological differences; *D. pseudostelligera* is mainly a species of temperate regions, while *D. woltereckii* occurs preferentially in tropical zones. Morphological and ecological features led us to assume that the population in Ceará corresponds better with the characterization of *D. woltereckii*.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Varjota, Araras weir (UPCB: 78392, HUVA: 24516). The studied population was recorded in epiphytic samples.

Thalassiosirales Glezer et Makarova

Thalassiosiraceae M. Lebour

*Conticribra* Stachura-Suchoples et D.M. Williams

***Conticribra weissflogii*** (Grunow) Stachura-Suchoples et Williams, Eur. J. Phycol. 44(4): 482, 2009.

**Literature consulted:** Stachura-Suchoples & Kulikovskiy (2009), Cavalcante et al. (2013).

**Figure 8 a–m**

Valves circular with flat surface; striae delicate, irregularly oriented; marginal fuloportulae ring located in the face/mantle junction, with conspicuous external tubes; one pronounced rimoportula interrupting the ring of marginal fuloportulae. Diameter 19.8–32  $\mu\text{m}$ ; marginal fuloportulae 5.5–7.6 in 10  $\mu\text{m}$ ; central fuloportulae 5–6 in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** external valve surface ornamented with granules (Figure 8 h–j) and areolate striae with an irregular continuous radial pattern. Marginal ring of fuloportulae with long external tubes, central fuloportulae with moderately elongated tubes (Figure 8 i–j). Rimoportula with an elongated external tube, slightly longer than those of fuloportulae (Fig 8 i). For internal view, marginal and central fuloportulae are present as small tubes with four satellite pores (Figure 8 k–m). Rimoportula with a large labial opening, short pedunculated, arranged radially (Figure 8 l).

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Graça, Belizário waterfall (UPCB: 78398, HUVA: 24522). Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, 78406, 78408, HUVA: 24527, 24530, 24532). The species occurred in epilithic, epiphytic and phytoplanktonic samples.

Eupodiscales Bessey

Eupodiscaceae Ralfs

*Pleurosira* (Meneghini) Trevisan

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère **var. laevis**, Bacill., 5: 177–178, fig. 1–17, 20 e 39, 1982.

**Literature consulted:** Compère (1982), Joh (2010), Cavalcante et al. (2013).

**Figure 9 a–k**

Subcircular to elliptical valves; valve face flat, ornamented by radial striae with delicate round areolae; two large ocelli located at the valve margin, opposite to each other, ornamented by delicate poroids; two rimoportulae located near the center of the valve. Larger diameter 38.1–45.5  $\mu\text{m}$ ; smaller diameter 30.9–47.2  $\mu\text{m}$ ; 10–14 areolae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** valve surface is ornamented by irregular starry spines mostly concentrated in the central region and close to the ocelli (Figure 9 i–k); rimoportulae with external opening as a simple slit (Figure 9 h) and internally as a sessile labiate opening (Figure 9 g).

**Comment.** *Pleurosira laevis* var. *paludosa* (Tempère et Peragallo ex Forti) Compère, differs from the typical variety as it shows rimoportulae closer to the central area (Compère 1982). *Pleurosira socotrensis* (Kitton) Compère differs due to its elliptical valves and irregularly arranged striae in the central region of the valve (Compère 1982, Ludwig et al. 2004, Karthick & Kociolek 2011).

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB: 78396, HUVA: 24520). • Sobral, Acaraú River (UPCB: 78403, HUVA: 24527). Viçosa do Ceará, Quatiguaba River (UPCB: 78412, 78413, HUVA: 24536, 24537). Population recorded mainly in epilithic and epiphytic samples.

Orthoseirales Crawford

Orthoseiraceae Crawford

*Orthoseira* Thwaites



*Orthoseira roeseana* (Rabenhorst) Pfitzer, Bot Abh v. 1, n. 2, p. 134, 1871.

**Literature consulted:** Houk (1993, 2003).

**Figure 10 a–f**

Cylindrical frustule in girdle view, united by inconspicuous spines; mantle ornamented by striae parallel to the perivalvar axis, little pronounced constriction (stricter region in the mantle) (Figure 10 a–c); valve surface slightly wavy, with scattered punctuations, striae radial, conspicuously areolate; central area with three carinoportulae (Figure 10 e). Diameter 8.7–26.4  $\mu\text{m}$ ; mantle height 25.7–35.6; 15–17 striae in 10  $\mu\text{m}$ ; 18–19 areolae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** carinoportulae occluded internally (Figure 10 g) and externally (Figure 10 h).

**Comment.** In Brazilian studies, specimens of *Orthoseira roeseana* are presented by Landucci & Ludwig (2005, fig. 1), Brassac et al. (1999, fig. 29), and Ferrari et al. (2007, figs 7 and 8), while *Orthoseira dendroteres* (Ehrenberg) Genkal et Kulikovskiy is presented by Nardelli et al. (2014, fig. 13). When comparing the illustrations and descriptions of these studies, they likely correspond to the same taxon. The delimitation between *O. dendroteres* and *O. roeseana* becomes difficult due to the vast morphological variation of both taxa (Houk 1993, 2003, Spaulding & Kociolek 1998). The populations in this study exhibited considerable morphological variation in terms of valve diameter, overlapping with the characteristics of both species. Therefore, we opted to adhere to the broad taxonomic concept of *O. roeseana* found in Houk (2003). Gargas et al. (2018) comment on the need for more studies to resolve the taxonomy and the typification of *O. dendroteres* and *O. roeseana*.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB: 78396, HUVA: 24520). Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB: 78397, HUVA: 24521). Ubajara, Sítio São Luis (UPCB: 78414, HUVA: 24538). Populations found in periphyton in epilithic of humid subaerial samples.

Terpsinoaceae Ralfs in Pritchard

*Terpsinoë* Ehrenberg

*Terpsinoë musica* Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p. 425, pl. 3, fig. IV.1, pl. 3, fig. VII. 30, 1841 (1843).

**Literature consulted:** Metzeltin et al. (2005), Wu (2013), Jiménez et al. (2017).

**Figure 11 a–z**

Frustules rectangular in girdle view with transapical bars resembling musical notes and short pseudoseptum near the edge of valve mantle; bipolar, elongated valves, generally with three marginal undulations of nearly equal size, but smaller valves showed one to three marginal undulations (Figure 11 q–u); valve ends rostrate to subcapitate with pseudocelli; transapical costae between each undulation and near to the valve ends (less developed); coarse areolae irregularly arranged on the surface of the valve; one or three (Figure 11 I) subcentral rimoportula located in the central undulation. Length 61.7–137.9  $\mu\text{m}$ ; width 32.8–42.2  $\mu\text{m}$ ; mantle height 74.5–107.9 and 8–10 areolae in 10  $\mu\text{m}$ .

**In SEM:** internal view shows small rimoportula in form of a crack (Figure 11 c) or a closed lip (Figure 11 d), and the rimoportula external view shows a slit shape (Figure 11 e).

**Comment.** In the literature, we encounter wide morphological variation for *T. musica* populations (Schmidt 1812–1899, Luttenton et al. 1986, Jiménez et al. 2017, Metzeltin et al. 2005, Metzeltin & Lange-

Bertalot 2007). However, documentation of specimens with only one central undulation are rare. Wu (2013) described valves with one undulation in *T. musica* specimens, stating that the number of undulations decrease in smaller valves. Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) illustrated “*Terpsinoë* (? nov.) spec.” with frustules containing a single undulation (pl. 296:5–12), demonstrating uncertainties in identification. In our material, all valves were found in the same population (see material examined), including intermediate forms between one and two marginal undulations. Our observations suggest that these forms correspond to the same taxon. Variability in morphology and symmetry may be the result of cell reduction or initial cell formation (Cox 2014), as in the interrupted projections of the bipolar diatom *Hydrosera* (Cox 2013). Functional aspects, such as nutrient availability and adaptation to environment, also provoke significant morphological variability in populations (Jiménez et al. 2017).

The specimens that were small and with a single central undulation from the study population are similar to *Terpsinoë petitiana* (Leuduger-Fortmorel) Hendey (1972:383) found in marine samples from West Africa (Leuduger-Fortmorel 1898) and the Galapagos (Hendey 1972). The possibility remains that *T. musica* and *T. petitiana* are conspecifics, not only because of their phenotypic plasticity, but also because *T. musica* presents a wide ecological distribution, occurring in fresh and brackish water, as well as marine environments (Round et al. 1990). In this study, identified specimens of *T. musica* were found on bryophytes growing on rocks in a humid subaerial environment, for which we documented valves with one to three central undulations (Figure 11 i–u).

Tuji (2018) describes *T. muninensis*, which is a species very similar to *T. musica*, as endemic to freshwater of the North Pacific islands. The author differentiates *T. muninensis* as it presents less silicified apices and interrupted pseudosepta, which do not form musical notes, as is characteristic of *T. musica* (Ehrenberg 1843). However, this characteristic seems to vary within the same population. In the samples from Ceará, the pseudosepta present as well silicified (Figure 11 l–m), with a low level of silicification (Figure 11 i–K, N), or are not visible (Figure 11 x–z). In the population described by Jiménez et al. (2017), figs. 8 and 11 show well-developed pseudosepta, which is not seen in fig. 10. The authors also state that *T. musica* would have a median marginal undulation greater than the others, differing from those of equal size in *T. muninensis*. However, Jiménez et al. (2017) illustrate (fig. 8) *T. musica* with marginal undulation of the same size and apices with well-developed pseudosepta. Tuji (2018) states that differences in the molecular sequence support the existence of two taxa, but also recommends further studies on the morphological and molecular phylogenetic variability of the two species. In addition, some more representatives of the genus *Terpsinoë* have sequences deposited at GenBank that should be used by the author for a better comparison and a closer representation of the genus phylogeny.

In light of the above discussion, we believe that the Ceará population fits the concept of *T. musica*, a taxon with significant morphological plasticity.

**Material examined:**—BRAZIL. Ceará: Ipu, Bica do Ipu (UPCB: 78396, HUVA: 24520). Population found in periphyton of humid subaerial samples, associated with bryophytes.

## Discussion

Fifteen taxa were identified, with 12 new occurrences for the northwest region of Ceará. *Aulacoseira ambigua* var. *ambigua* (cited as *Melosira ambigua* (Grunow) O.Müller), *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (cited as *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs), and *Cyclotella meneghiniana* were previously registered by

Patrick (1940a) in the Jaibaras weir, in the municipality of Sobral. *Discostella stelligera* is registered for the first time in Northeastern Brazil, having been previously recorded in the South (Ferrari & Ludwig 2007, Nardelli et al. 2014, Silva-Lehmkuhl et al. 2019), Southeast (Morandi et al. 2006), and Central-west (Da Silva et al. 2011) of the country. *Discostella woltereckii* is cited for the first time in Brazil; however, there are previous identifications of *D. pseudostelligera* for which conspecificity must be evaluated (Brassac et al. 1999, Morandi et al. 2006, Cavalcante et al. 2013, Faustino et al. 2016). The species complexes *Discostella pseudoestelligera/D. woltereckii*, *Orthoseira roeseana/O. dendroteres* and *Terpsinoë musica/T. muninensis* require further attention and additional studies, including analyses of their ecology and lifecycle and assessments using molecular tools, to provide a better delimitation of each. In this study.

*Cyclotella marina* is registered for the second time in a Brazilian freshwater habitat. According to Aké-Castillo et al. (2012), this species is generally found in brackish environments with a high-nutrient content. The entry of the species into freshwater can reflect the intermittent conditions of the river systems in northwest Ceará, where evaporation and low-levels of rainfall result in continuous rivers being converted into isolated pools, or dry up completely, during the dry season. High levels of evapotranspiration in the dry seasons lead to ion concentration and an increase in nutrients, especially in streams with no canopy cover (Gómez et al. 2017, Olson 2019). In addition, the pollution caused by domestic sewage exacerbates the accumulation of nutrients. The environmental characteristics of the Acaraú River in our study are very similar to those reported in records of *C. marina* by Cavalcante et al. (2013) of a shallow urban river in Northeastern Brazil.

Finally, floristic studies are essential to understand the geographic distribution of taxa, and to support future ecological studies. This study shows that the diversity of diatoms in the semi-arid region of Brazil is underestimated, contributing to a more consistent understanding of diatom distribution in the country.

## Acknowledgments

The authors thank the Center for Electron Microscopy of the Federal University of Paraná for SEM availability and to Eduardo Tusset for operational assistance. Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) provided a Master's degree scholarship for MGRM, and TAVL was supported by a productivity grant from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (process number: 311876/2019–6). Authors are also grateful to Prof. Elnatan B. de Souza, Prof. Maria Luiza R. C. Ribeiro and Prof. Lúcia Betânia S. Andrade from State University Vale do Acaraú for their contribution in the fieldwork and laboratory equipments.

## References

- AMORIM, C.A., DIAS, A.S. & FERREIRA, R.J. 2015 Characterization of Microalgae Periphytic Community in a Reservoir Semiarid Cearense. *Cad.Cult. Cien.* 14(1):43–54.
- AKÉ-CASTILLO, J.A., OKOLODKOV, Y.B., ESPINOSA-MATÍAS, S., MERINO-VIRGILIO, F.C., HERRERA-SILVEIRA, J.A. & ECTOR, L. 2012 *Cyclotella marina* (Tanimua, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodkov et Ector comb. et stat. nov. (Thalassiosiraceae): A bloom-forming diatom in the southeastern Gulf of Mexico. *Nova Hedwig Beih.* 141: 263–274.
- ÁLVAREZ-BLANCO, I., BLANCO, S., CEJUDO-FIGUEIRAS, C. & BÉCARES, E. (2013) The Duero Diatom Index (DDI) for river water quality assessment in NW Spain: design and validation. *Environ Monit. Assess.* 185:969–981.

- ANDRADE, E.M., AQUINO, D.N., CHAVES, L.C.G. & LOPES, F.B. 2017. Water as capital and its uses in the caatinga. In *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*: (J.M.C. Silva, I.R. Leal & M. Tabarelli, eds.). Springer International Publishing AG, p 281–302.
- AQUINO, E.P., OLIVEIRA, E.C.C., FERNANDES, U.L. & LACERDA, S.R. 2011. Phytoplankton in stabilization ponds in northeast Brazil. *Braz J Aquat Sci Technol* 15(1):71–77.
- BASTOS, F.H. & CORDEIRO, A.M.N. 2012. Fatores naturais na evolução das paisagens no semiárido brasileiro: Uma abordagem geral. *Rev. Geonorte*. 3(5):464–476.
- BRASSAC, N.M., ATAB, D.R., LANDUCCI, M., VISINONI, N.D. & LUDWIG, T.A.V. 1999. Diatomáceas cêntricas de rios da região de abrangência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, PR (Bacia do rio Iguaçu). *Acta Bot. Bras.* 13(3):277–289.
- BUCZKÓ, K., OGNJANOVA-RUMENOVA, N. & MAGYARI, E. 2010. Taxonomy, morphology and distribution of some *Aulacoseira* taxa in Glacial Lakes in the south Carpathian region. *Pol. Bot. J.* 55(1):149–163.
- CAVALCANTE, K.P., TREMARIN, P.I. & LUDWIG, T.A.V. 2013. Taxonomic studies of centric diatoms (Diatomeae): unusual nanoplanktonic forms and new records for Brazil. *Acta Bot. Bras.* 27(2):237–251.
- COSTA, A.R.S., AMORIM, C.A., NASCIMENTO, K.J., DIAS, A.S., FERREIRA, R.J. & LACERDA, S.R. 2015. Characterization of microalgae periphytic community in a reservoir semiarid cearense. *Cad. Cult. Cien.* 14(1):43–59.
- COMPÈRE, P. 1982. Taxonomic revision of the diatom genus *Pleurosira* (Eupodiscaceae). *Bacill.* 5:165–190.
- COX, E.J. 2013. Recognising and defining taxonomic boundaries in ‘well-known’ freshwater diatoms and its relevance to water quality evaluation. *Diatomededelingen* 37:17–26.
- COX, E.J. 2014. Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. *J. Micropalaeontol.* 33(2):111–120.
- CHUNG, M.H., YOON, W.D. & LEE, J.B. 2010. Morphological description of *Cyclotella atomus* var. *marina* (Bacillariophyceae): newly reported in Korean waters. *Algae*. 25(2):57–64.
- CRAWFORD, R.M., LIKHOSHWAY, Y.V. & JAHN, R. 2003. Morphology and identity of *Aulacoseira Italica* and typification of *Aulacoseira* (Bacillariophyta). *Diatom Res.* 18(1): 1–19.
- DALU, T. & FRONEMAN, P.W. 2016. Diatom-based water quality monitoring in southern Africa: challenges and future prospects. *Water AS.* 42(4):551–559.
- DA SILVA, W.J., NOGUEIRA, I.S. & SOUZA M.G.M. 2011. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. *Iheringia Ser. Bot.* 66(1):61–86.
- EHRENBERG, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abh. Akad. Wiss. Berl.* 1841:291–445.
- ESKINAZI-LEÇA, E., MOURA, C.W.N., CUNHA, M.G.G.S., SANTIAGO, M.F., BORGES, G.C.P., LIMA, J.C., SILVA, M.H., FERREIRA, L.C., AQUINO, E., DA SILVA, W.J., MENEZES, M. 2015. Bacillariophyceae in: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB119495> (last access in 28/11/2020).

- FAUSTINO, S.B., FONTANA, L., BARTOZEK, E.C.R., BICUDO, C.E.M. & BICUDO, D.C. 2016. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 16(2): e20150129. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0129> (last access in 14/04/2019).
- FERRARI, F. & LUDWIG, T.A.V. 2007. Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthes) dos rios Ivaí, São João e dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, município de Prudentópolis, PR, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 21(2): 421–441.
- GARGAS, C.B., THERIOT, E.C., ASHWORTH, M.P. & JOHANSEN, J.R. 2018. Phylogenetic analysis reveals that the ‘radial centric’ diatom *Orthoseira* Thwaites (Orthoseiraceae, Bacillariophyta) is a member of a ‘multipolar’ diatom lineage. *Protist*. 169 (6): 803–825.
- GENKAL, S.I. & KISS, K.T. 1993. Morphological variability of the diatom *Cyclotella atomus* Hustedt var. *atomus* and *C. atomus* var. *gracilis* var. nov. *Hydrobiologia*. 269/270:39–47.
- GENKAL, S.I. 2014. Morphology, taxonomy, ecology and distribution of *Cyclotella meduanae* Germain (Bacillariophyta). *Nova Hedwig. Beih.* 143:127–140.
- GENKAL, S.I. & YARMOSHENKO, L.P. 2013. Centric Diatoms (Bacillariophyta) of the Cooling Pond of the Khmelnytsky Nuclear Power Station (Ukraine). *Hydrobiol. J.* 49(1):51–63.
- GENKAL, S.I. & OKHAPKIN, A.G. 2013. Centric Diatoms (Centrophyceae) of the lower reaches of the Oka river (Russian Federation). *Hydrobiol J* 49 (3): 41–57.
- GENKAL, S.I. & BILOUS, O.P. 2015. Centric Diatoms (Centrophyceae) of the lower portion of the Southern Bug river (Ukraine). *Int. J. Algae* 17(4):339–350.
- GENKAL, S.I., BONDARENKO, N.A. & POPOVSKAYA, G.I. 2007. New representative of the genus *Discostella* Houck et Klee (Bacillariophyta) from the Eastern Baikal area (Russia). *Int. J. Algae* 9(4):359–364.
- GOMÉZ, R., ARCE, M.I., BALDWIN, D.S. & DAHM, C.N. 2017. Water physicochemistry in intermittent rivers and ephemeral streams. In *Intermittent rivers and ephemeral streams ecology and management* (T. Datry, N. Bonada & A. Boulton eds.). Academic Press, p. 109–134.
- GUERRERO, J.M. & ECHENIQUE, R.O. 2006. *Discostella* taxa (Bacillariophyta) from the Río Limay basin (northwestern Patagonia, Argentina). *Eur J Phycol* 41(1):83–96.
- HASLE, G.R. 1983. The marine planktonic diatoms *Thalassiosira oceanica* sp. nov. and *T. parthenia*. *J Phycol.* 19(2):220–229.
- HENDEY, N.I. 1971. Some marine diatoms from the Galapagos Islands. *Nova Hedwig.* 22:371–422.
- HEVIA-ORUBE, J., ORIVE, E., DAVID, H., DÍEZ, A., LAZA-MARTÍNEZ, A., MIGUEL, I. & SEOANE, S. 2015. Molecular and morphological analyses of solitary forms of brackish Thalassiosiroid diatoms (Coscinodiscophyceae), with emphasis on their phenotypic plasticity. *Eur. J. Phycol.* 51(1):1–20.
- HOUK, V. 1993. Some morphotypes in the *Orthoseira rooseana* complex. *Diatom Res.* 8(2):385–402.
- HOUK, V. 2003. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part I. Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. In *Czech Phycology Supplement* (A. Poulíková, ed), Olomouc: Czech Republic, p. 1–111.



- HOUK, V. & KLEE, R. 2004. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kutz.) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer to the new genus *Discostella* gen. nov. *Diatom Res* 19(2):203–228.
- HOUK, V., KLEE, R. & TANAKA, H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part III. Stephanodiscaceae A: *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. *Fottea* 10, p. 1–498.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1942. Diatomeen. in *Das Phytoplankton des Süsswassers, Systematik und Biologie* (A. Thienemann, ed.), Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung v.2, p. 367–549.
- HUSTEDT, F. 1942. Süßwasser-Diatomeen des indomalayischen Archipels und der Hawaii-Inseln. Nach dem Material der Wallacea-Expedition. *Int. Rev Hydrob. Hydrog* 42(1/3):1–252.
- IPECE. 2008. Ceará em números, características geográficas, recursos naturais e meio ambiente. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. p. 30–31. [http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2008/completa/](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2008/completa/) (last access in 28/05/2019)
- IPECE. 2016. Ceará em números, Características geográficas, recursos naturais e meio ambiente. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. p. 21–44. [http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2016/completa/](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2016/completa/) (last access in 31/05/2019)
- JIMÉNEZ, J.A., MAGOS, Y.B. & CAMARILLO, V.H.S. 2017. Morphological and environmental characterization of *Terpsinoë musica* (Biddulphiaceae, Bacillariophyceae) in tropical streams from Mexico. *Diatom Res.* 32(2):185–193.
- JOH, G. 2010. Algal flora of Korea. Chrysophyta, Bacillariophyceae: Centrales. *Freshwater diatoms I. Natl. Inst. Biol. Resour.* 3(1):1–161.
- JULIUS, M.L. & THERIOT, E.C. 2010. The diatoms: a primer. In *The Diatoms: applications for the environmental and earth sciences* (J.P. Smol & E. F. Stoermer, eds.), 2<sup>a</sup> ed., Cambridge University Press, p. 8–22.
- KARTHICK, B. & KOCIOLEK, J.P. 2011. Four new centric diatoms (Bacillariophyceae) from the Western Ghats, South India. *Phytotaxa* 22:25–40.
- KELLY, M.G., CAZAUBON, A., CORING, E., DELL'UOMO, A., ECTOR, L., GOLDSMITH, B., GUASCH, H., HÜRLIMANN, J., JARLMAN, A., KAWECKA, B., KWANDRANS, J., LAUGASTE, R., LINDSTRØM, E.A., LEITAO, M., MARVAN, P., PADISÁK, J., PIPP, E., PRYGIEL, J., ROTT, E., SABATER, S., VAN-DAM, H. & VIZINET, J. (1998) Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *J. Appl. Phycol.* 10:215–224.
- KRAMMER, K. 1991. Morphology and taxonomy in some taxa of the genus *Aulacoseira* Thwaites (Bacillariophyceae). II. Taxa in the *A. granulata*-, *italica*- and *lirata*-groups. *Nova Hedwigia* 53(2–4):477–496.
- KULIKOVSKIY, M.S., LANGE-BERTALOT, H., WITKOWSKI, A., DOROFYUK, N.I. & GENKAL, S.I. 2010. Diatom assemblages from Sphagnum bogs of the world. I. Nur bog in northern Mongolia. *Bibl. Diatom.* 55:1–326.
- LAI, G.G., PADEDDA, B.M., VIRDIS, T., SECHI, N. & LUGLIÈ, A. 2014. Benthic diatoms as indicators of biological quality and physical disturbance in Mediterranean watercourses: a case study of the Rio Mannu di Porto Torres basin, northwestern Sardinia, Italy. *Diatom. Res.* 29(1):11–26.
- LANDUCCI, M. & LUDWIG TAV 2005. Diatomáceas de rios da Bacia Hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. *Acta Bot. Bras.* 19(2):345–357.

- LEAL, I.R., SILVA, J.M.C. & BARROS, M.L.B. 2003. Ecologia e conservação da caatinga, Editora Universitária da UFPE, Recife, p. 822.
- LEUDUGER-FORTMOREL, G. 1898. Diatomées marines da costa ocidental de África. Saint-Brieuc Francisque Guyon.
- LOBO, E.A., SCHUCH, M., HEINRICH, C.G., COSTA, A.B., DÚPONT, A., WETZEL, C.E. & ECTOR L. 2015. Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. *Environ Monit Assess* 187(354):1–13.
- LOBO, E.A., WETZEL, C.E., ECTOR, L., KATOH, K., BLANCO, S. & MAYAMA, S. 2010. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnética* 29(1):10–20.
- LUDWIG, T.A.V., FLORES, T.L., MOREIRA-FILHO, H. & VEIGA, L.A.S. 2004. Inventário florístico das diatomáceas (Ochrophyta) de lagoas do Sistema Hidrológico do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil: Coscinodiscophyceae. *Iheringia Ser. Bot.* 59(1):97–106.
- LUDWIG, T.A.V. & TREMARIN, P.I. 2017. Bacillariophyta. In *Gênero de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrição* C.E.M. Bicudo & M. Menezes eds), 3ª ed, RiMa, Rio de Janeiro, p. 435–503.
- LUTTENTON, M. R., PFIESTER, L.A. & TIMPANO, P. 1986. Morphology and Growth habitat of *Terpsinoe musica* Ehr. (Bacillariophyceae). *J. Sout. Appal. Bot.* 51:175–182.
- MEDLIN, L.K. & KACZMARSKA, I. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *J. Phycol.* 43(3):245–270.
- MENEZES, M., BICUDO, C.E.M. & MOURA, C.W.N. 2015. Update of the Brazilian floristic list of algae and cyanobacteria. *Rodriguesia* 66(4):1047–1062.
- METZELTIN, D. & LANGE-BERTALOT, H. 2007. Tropical Diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. In *Iconografia Diatomologica* (H. Lange-Bertalot, ed.), v. 18, p: 877.
- METZELTIN, D., LANGE-BERTALOT, H. & GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. 2005. Diatoms of Uruguay, compared with other taxa from South America and elsewhere. In *Iconografia Diatomologica* (H. Lange-Bertalot, ed.), v. 15, p. 736 pp.
- MORANDI, L.L., RITTER, L.M.O., MORO, R.S. & BICUDO, C.E.M. 2006. Criptógamos do Parque Estadual do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 20: Coscinodiscophyceae. *Hoehnea* 33(1): 115–122.
- MOREIRA-FILHO, H. & VALENTE-MOREIRA, I.M. 1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Bol. Mus. Bot. Munic.* 47:1–17.
- MORO, M.F., MACEDO, M.B., MOURA-FÉ, M.M., CASTRO, A.S.F. & COSTA, R.C. 2015. Vegetation, phytocological regions and landscape diversity in Ceará state, northeastern Brazil. *Rodriguésia* 66(3):717–743.
- NARDELLI, M. S., BUENO, N.C., LUDWIG, T.A.V., TREMARIN, P.I. & BARTOZEK, E.C.R. 2014. Coscinodiscophyceae and Fragilariophyceae (Diatomeae) in the Iguaçu river, Paraná, Brazil. *Acta Bot. Bras.* 28(1):127–140.
- NASCIMENTO, F. 2011. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. *Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia* 7(01):81–97.

- ÖBERG, H., RISBERG, J. & STABELL, B. 2009. Morphology, valve ultrastructure and stratigraphical variability of *Discostella* taxa in a tropical crater lake, northern Tanzania. *Diatom Res.* 24: 341–356.
- OLSON, J.R. 2019. Predicting combined effects of land use and climate change on river and stream salinity. *Philos. Trans. R. Soc. B* 374(1764):20180005.
- PATRICK, R. 1940a. Diatoms of Northeastern Brazil. Part I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 92:191–226.
- PATRICK, R. 1940b. Some new diatoms from Brazil. *Not Nat Acad Nat Sci Philadelphia* (59):1–7.
- ROUND, F.E., CRAWFORD, R.M. & MANN, D.G. 1990. The diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge (UK): Cambridge University Press, New York.
- SALA, S. & RAMÍREZ-R, J.J. 2008. *Cyclotella katiana* sp. nov. from La Reina Swamp, Parque Nacional Natural los Katíos, Colombia. *Diatom Res* 23(1):147–167.
- SANTOS, J.C., LEAL, I.R., ALMEIDA-CORTEZ, J.S., FERNANDES, G.W. & TABARELLI, M. 2011. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Trop. Conserv. Sci.* 4(3):276–286.
- SCHMIDT, A. 1874–1959. *Atlas der Diatomaceen-Kunde*, von Adolf Schmidt, continued by Martin Schmidt, Friedrich Fricke, Heinrich Heiden, Otto Muller, Friedrich Hustedt. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- SILVA, J.M.C., BARBOSA, L.C.F., LEAL, I.R. & TABARELLI, M. 2017. The Caatinga: understanding the challenges. In *Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America* (J.M.C Silva, I.R. Leal & M. Tabarelli, eds). Springer International Publishing AG, p. 3–19.
- SILVA-LEHMKUHL, A.M., TREMARIN, P.I., VERCELLINO, I.S. & LUDWIG, T.A.V. 2019. Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I reservoir, Paraná state, Brazil. *Biota Neotropica* 19(2):e20180568. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0568> (last access in 25/05/2019)
- SIMONSEN, R. (1974) The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V “Meteor”, 1964–65. “Meteor” Forschungsergebnisse, Reih. D-Biol. 19:1–66.
- SPAULDING, S.A. & KOCIOLEK, J.P. 1998. The Diatom Genus *Orthoseira*: Ultrastructure and morphological variation in two species from Madagascar with comments on nomenclature in the Genus. *Diatom Res.* 13(1):133–147.
- STACHURA-SUCHOPLES, K. & WILLIAMS, D.M. 2009. Description of *Conticribra tricircularis*, a new genus and species of Thalassiosirales, with a discussion on its relationship to other continuous cribra species of *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyta) and its freshwater origin. *Eur. J. Phycol.* 44(4):477–486.
- STEVENSON, J. 2014. Ecological Assessments with Algae: A Review and Synthesis. *J. Phycol.* 50:437–461.
- SYVERTSEN, E.E. & HASLE, G.R. 1984. *Thalassiosira bulbosa* Syvertsen sp. nov., an Arctic marine diatom. *Polar Biol.* 3:167–172.
- TANAKA, H. 2007. Taxonomic studies of the genera *Cyclotella* (Kützinger) Brébisson, *Discostella* Houk et Klee and *Puncticulata* Håkansson in the Family Stephanodiscaceae Glezer et Makarova (Bacillariophyta) in Japan. *Bibliotheca Diatomologica*, v. 53, Berlin.
- TANIMURA, Y., NAGUMO, T. & KATO, M. 2004. A new variety of *Cyclotella atomus* from Tokyo Bay, Japan, *C. atomus* var. *marina* var. nov. *Bull. Natl. Sci. Mus. Ser. C: Geol. Paleontol.* 30:5–11.

TREMARIN, P.I., LUDWIG, T.V. & TORGAN, L.C. 2013. Morphological variation and distribution of the freshwater diatom *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen in Brazilian continental environments. *Iheringia Ser. Bot.* 68 (1): 139–157.

TUJI A. & WILLIAMS, D.M. 2006. Type Examination of *Cyclotella wortereckii* Hust. (Bacillariophyceae) with special attention to the position of its rimoportula. *Bull. Natl. Sci. Mus. Ser. B* 32 (1):15–17.

TUJI, A. 2018. A new freshwater diatom, *Terpsinoë muninensis* sp. nov., from the Ogasawara Islands, Japan. *Mem. Natl. Sci. Mus. (Tokyo)* 52:5–15.

VIEIRA, R.D.S., LACERDA, S.R., OLIVEIRA, E.C.C., NASCIMENTO, K.J. & DIAS, A.S. 2013. Biodiversidade de microalgas perifíticas do rio da Batateira (Sítio Fundão, Crato, CE). *Cad. Cult. Cien.* 12(1):7–15.

VIRTA, L., GAMMAL, J., JÄRNSTRÖM, M., BERNARD, G., SOININEN, J., NORKKO, J. & NORKKO, A. 2019. The diversity of benthic diatoms affects ecosystem productivity in heterogeneous coastal environments. *Ecology* 100(9):1–11.

WU, S. 2013. *Terpsinoë musica*. Diatoms of North America. [https://diatoms.org/species/terpsinoe\\_musica](https://diatoms.org/species/terpsinoe_musica) (last access in 18/04/2020)

### Legends of table and figures

Table 1. Sampling sites in northwestern Ceará, including site number and name, type of water bodies, river basin, date, geographical coordinates, sampled abiotic variables, and access number at the herbaria of the Federal University of Paraná (UPCB) and, University of Vale do Acaraú (HUVA), state of Ceará.

Figure 1. Map of study area: hydrographic basins of northwestern region (in grey) of the state of Ceará, Brazil. Sampling locations (black circles) were numbered from 1 to 23. Information about the sampling points is shown in Table 1.

**Figure 2.** *Aulacoseira* species. (a and b) *Aulacoseira ambigua*, in valve and girdle views, respectively. (c–f) *Aulacoseira granulata* var. *granulata*. (g–l) *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*. (m–q) *Aulacoseira italica*, m in valve view and n–q in girdle view. Scale bar = 10 µm.

**Figure 3.** *Cyclotella atomus*. (a–g) Valves in LM. (h–j) Frustules and valves in SEM. h Frustule in girdle view showing marginal fultoportula external opening (arrow). i external valve face view. j internal view of the valve, marginal fultoportulae with two satellite pores (arrowhead), subcentral fultoportula with three satellite pores and marginal rimoportula with obliquely labiate opening (dark arrow). Scale bars: 10 µm (a–g); 2 µm (h); 1 µm (i–j).

**Figure 4.** *Cyclotella cryptica*. (a–i) Valves in LM. (j–l) Valves in SEM. j internal valve view, detail of the subcentral fultopotula with three satellite pores (arrowhead). k Marginal fultopotulae with three satellite pores (arrowhead), and detail of the sessile marginal rimoportula (dark arrow), and detail of the semi-open alveoli and ring of marginal fultoportulae. Scale bars: 10 µm (a–i); 2 µm (l); 1 µm (j–k).

**Figure 5.** *Cyclotella* species. (a–h) *Cyclotella marina*. (a–g) valve view in LM. h internal view of the valve in SEM, detail of the sessile marginal rimoportula (arrow). (i) *Cyclotella meduanae*, internal valve view in SEM, detail of the marginal rimoportula between a costa and a marginal fultoportula (arrow). Scale bars: 10 µm (a–g); 1 µm (h–i).

**Figure 6.** *Cyclotella meneghiniana*. (a–h) Valves view in LM. (i–l) Valves view in SEM. i and j external view of valve surface, i detail of the central fuloportulae, j detail of the marginal spines. k and l Internal view of the valve, SEM. k Pedunculated marginal rimoportula (arrowhead) obliquely oriented. l Alveolate striae, closed alveolous (white arrow) subcentral fuloportula with three satellite pores (dark arrow). Scale bars: 10  $\mu\text{m}$  (a–g); 5  $\mu\text{m}$  (h–i); 2  $\mu\text{m}$  (j–k).

**Figure 7.** *Discostella* species. (a–i) *Discostella stelligera*. a–h Valves in LM. i Valve in internal view, SEM. (j–o) *Discostella wortereckii*, valves in LM. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$  (a–h, j–o); 2  $\mu\text{m}$  (i).

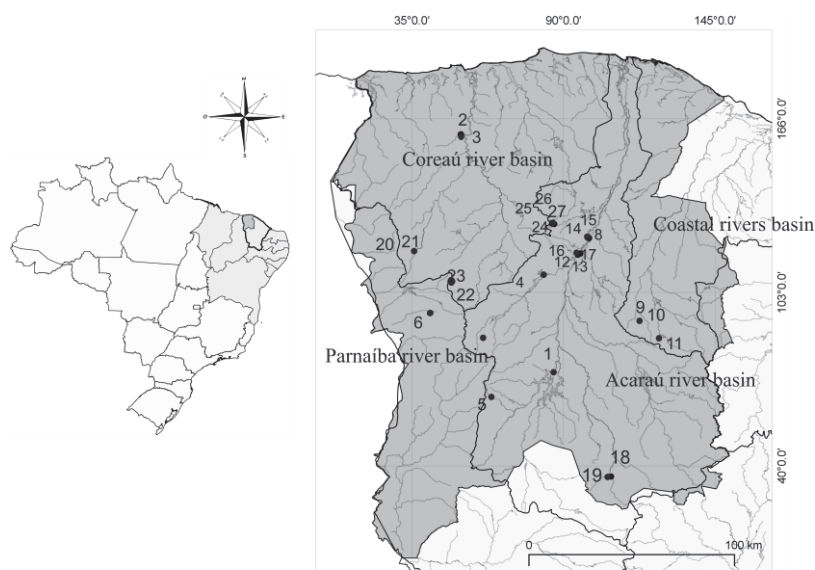
**Figure 8.** *Conticribra weissflogii*. (a–m) Valve view in LM. (h–m) Valve view in SEM. h–j External view of valve surface in SEM. k–m Internal valve view in SEM. i details of marginal fuloportulae and rimoportulae openings (arrow) and j central fuloportulae openings. l details of large sessile rimoportula, and m central fuloportulae with four pores of satellite surrounding a short tube. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$  (a–g); 5  $\mu\text{m}$  (h–j); 2  $\mu\text{m}$  (k–m).

**Figure 9.** *Pleurosira laevis* var. *laevis*. (a–e) Valve view in LM. (f–k) Valve view in SEM. f Valve in internal view, SEM. g Detail of the rimoportula opening in internal view (arrow), SEM. h External view of the rimoportula opening, SEM. i External valve surface ornamented with small spines irregularly spaced, SEM. j External view of ocellus, SEM. k Detail of the spines, SEM. Scale bars: 10  $\mu\text{m}$  (a–e, g, i); 5  $\mu\text{m}$  (k); 2  $\mu\text{m}$  (h, j).

**Figure 10.** *Orthoseira rooseana*. (a–f) Valves in LM. (g–h) Valves in SEM. a–c Girdle views observe the valve constrictions (arrow), and d–f valve views. g Detail of carinoportulae in view internal. h View external. Scale bar: 10  $\mu\text{m}$  (a–f); 5  $\mu\text{m}$  (g and h).

**Figure 11.** *Terpsinoë musica*. (a–h) Valves in SEM. (i–z) Valves in LM. a–b Internal valve view of the valve observe the septa. c internal view of the rimoportula, valve with less undulations. d Internal view of the rimoportula, valve with three undulations. e External view of the rimoportula. f–g Valve apices with less undulations. h Valves apices with three undulations. v–z Girdle view. Scale bars: 20  $\mu\text{m}$  (a); 10  $\mu\text{m}$  (b, h, i–z); 5  $\mu\text{m}$  (d–g); 2  $\mu\text{m}$  (c).

Figures:





**APÊNDICE 2****LISTAGEM DE OCORRÊNCIA DOS TÁXONS**

**Tabela 2.** Listagem de ocorrência dos táxons encontrados em amostras coletadas em 2016 – 2019 em corpos d'água nas Bacias hidrográficas que compõem o Noroeste do Ceará.

Herbário	Fr (%)		78419
	ESPÉCIES		
<i>Aulacoseira ambigua</i>	7.1	Rar	
<i>Aulacoseira granulata</i>	17.8	Esp	x
<i>Aulacoseira granulata</i> <i>var. angustissima</i>	21.4	Esp	
<i>Aulacoseira italica</i>	7.1	Rar	
<i>Cyclotella atomus</i>	17.8	espo	
<i>Cyclotella cryptica</i>	35.7	Com	x
<i>Cyclotella marina</i>	10.7	Rar	
<i>Cyclotella meduanae</i>	3.5	Rar	
<i>Cyclotella</i> <i>meneghiniana</i>	60.7	Cons	x
<i>Discostella stelligera</i>	17.8	Esp	
<i>Discostella wolvereckii</i>	3.5	Rar	
<i>Conticribra weissflogii</i>	14.2	Esp	
<i>Pleurosira laevis</i>	14.2	Esp	x
<i>Orthoseira roeseana</i>	10.7	Esp	x
<i>Terpsinoë musica</i>	3.5	Rar	
<i>Actinella curvatula</i>	3.5	Rar	
<i>Eunotia angustior</i>	3.5	Rar	x
<i>Eunotia bilunaris</i>	7.1	Rar	
<i>Eunotia biseriatoidea</i>	3.5	Rar	
<i>Eunotia botulitropica</i>	7.1	Rar	
<i>Eunotia corsica</i>	3.5	Rar	
<i>Eunotia crassuloides</i>	17.8	Esp	
<i>Eunotia crista-galli</i>	3.5	Rar	

Herbário	Fr (%)	
	ESPÉCIES	
Eunotia dacostae	3.5	Rar
Eunotia didyma	10.7	Esp
Eunotia georgii	7.1	Rar
Eunotia gustavoi	3.5	Rar
Eunotia intermedia	14.2	Esp
Eunotia julma	10.7	Esp
Eunotia juettnerae	10.7	Esp
Eunotia macedonica	3.5	Rar
Eunotia meridiana	17.8	Esp
Eunotia novaealedonica	14.2	Esp
Eunotia novalisiae	3.5	Rar
Eunotia paludosa	3.5	Rar
Eunotia pectinalis	7.1	Rar
Eunotia pileus	3.5	Rar
Eunotia pirla	7.1	Rar
Eunotia pseudosudetica	10.7	Esp
Eunotia pseudosudetica var. rotundata	3.5	Rar
Eunotia soleirolii	7.1	Rar
Eunotia subarcuatoides	3.5	Rar
Eunotia veneris	10.7	Rar
Eunotia yanomami	7.1	Rar
Eunotia aff. yberai	28.5	Com
Eunotia sp 1	7.1	Rar

Herbário	Fr (%)		
	ESPÉCIES		
Eunotia sp 2	3.5	Rar	78419
Anomoeoneis			78418
sphaerophora	14.2	Esp	78417
Encyonema javanicum	3.5	Rar	78416
Encyonema			78415
jemtlandicum	7.1	Rar	78414
Encyonema neogracile			78413
var. tenuipunctatum	3.5	Rar	78412
Encyonema silesiacum	28.5	Com	78411
Encyonema			78410
brevicaptatum	17.8	Esp	78409
Encyonema			78408
neomesianum	21.4	Com	78407
Encyonema sp 1	28.5	Com	78406
Placoneis symmetrica	14.2	Esp	78405
Placoneis			78404
rhombelliptica	10.7	Esp	78403
Placoneis sp 1	3.5	Rar	78402
Placoneis sp 2	3.5	Rar	78401
Gomphonema affine	10.7	Esp	78400
Gomphonema			78399
affinopsis	3.5	Rar	78398
Gomphonema			78397
acidoclinatum	3.5	Rar	78396
Gomphonema			78395
brasiliense	7.1	Rar	78394
Gomphonema			78393
camburnii	7.1	Rar	78392
Gomphonema			
capitatum	3.5	Rar	
Gomphonema			
contraturnis	3.5	Rar	

Herbário																			
	ESPÉCIES	Fr (%)																	
	<i>Gomphonema exilissimum</i>	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema lagenula</i>	17.8 Esp																	
	<i>Gomphonema hebridense</i>	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema kobayasii</i>	14.2 Esp																	
	<i>Gomphonema lagenula</i>	17.8 Esp																	
	<i>Gomphonema laticollum</i>	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema naviculoide</i>	17.8 Esp																	
	<i>Gomphonema parvulum</i>	25 Com																	
	<i>Gomphonema pantropicum</i>	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema salae</i>	7.1 Rar																	
	<i>Gomphonema</i> sp 1	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema</i> sp 2	7.1 Rar																	
	<i>Gomphonema</i> sp 3	14.2 Esp																	
	<i>Gomphonema</i> sp 4	3.5 Rar																	
	<i>Gomphonema</i> sp 5	7.1 Rar																	

Legenda: Fr (Frequência); Rar (Rara); Esp (Esporádica); Com (Comum); Cons (Constante). FONTE: o autor, 2020



## INDICE REMISSIVO

<i>Actinella curvatula</i> Kociolek.....	53
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer .....	99
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen .....	30
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen .....	30
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen.....	31
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen .....	32
<i>Conticribra weissflogii</i> (Grunow) Stachura-Suchoples et Williams .....	43
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt .....	33
<i>Cyclotella cryptica</i> Reimam, Lewin et Guillard.....	35
<i>Cyclotella marina</i> (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector .....	36
<i>Cyclotella meduanae</i> Germain.....	38
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing.....	39
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk et Klee.....	40
<i>Discostella woltereckii</i> (Hustedt) Houk et Klee .....	41
<i>Encyonema brevicapitatum</i> Krammer .....	102
<i>Encyonema javanicum</i> (Hustedt) Mann.....	103
<i>Encyonema jemtlandicum</i> Krammer.....	104
<i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctatum</i> Krammer.....	105
<i>Encyonema neomesianum</i> Krammer .....	106
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann .....	108
<i>Encyonema</i> sp. 1 .....	109
<i>Eunotia</i> aff. <i>yberai</i> Frenguelli .....	95
<i>Eunotia angustior</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Tagliaventi .....	54
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt.....	56
<i>Eunotia biseriatoidea</i> Kobayasi, Ando et Nagumo .....	57
<i>Eunotia botulitropica</i> Wetzel et Costa .....	59
<i>Eunotia corsica</i> Lange-Bertalot et Roland Schmidt .....	60
<i>Eunotia crassuloides</i> Glushchenko, Kulikovskiy et Kociolek.....	61
<i>Eunotia crista-galli</i> ('Crista Galli') Cleve .....	63
<i>Eunotia dacostae</i> Lange-Bertalot et Metzeltin .....	64
<i>Eunotia didyma</i> Hustedt ex Zimmerman .....	65
<i>Eunotia georgii</i> Metzeltin et Lange-Bertalot.....	69
<i>Eunotia gustavoi</i> Costa .....	70
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel .....	72
<i>Eunotia juettnerae</i> Lange-Bertalot .....	73
<i>Eunotia julma</i> Lange-Bertalot .....	74
<i>Eunotia macedonica</i> Lange-Bertalot, Pavlov et Levkov .....	76
<i>Eunotia meridiana</i> Metzeltin et Lange-Bertalot .....	77
<i>Eunotia novaecaledonica</i> Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin .....	78

<i>Eunotia novaisiae</i> Lange-Bertalot et Ector.....	80
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow .....	81
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.) Rabenh .....	82
<i>Eunotia pileus</i> Ehrenberg .....	84
<i>Eunotia pirla</i> Carter et Flower .....	85
<i>Eunotia pseudosudetica</i> Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez .....	86
<i>Eunotia pseudosudetica</i> var. <b>rotundata</b> Cavalcante, Tremarin et Ludwig.....	87
<i>Eunotia subarcuatoides</i> Alles, Nörpel et Lange-Bertalot .....	89
<i>Eunotia veneris</i> (Kützing) De Toni .....	90
<i>Eunotia yanomami</i> Metzeltin et Lange-Bertalot.....	92
<i>Eunotia</i> sp. 1.....	96
<i>Eunotia</i> sp. 2.....	98
<i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot et Reichardt .....	114
<i>Gomphonema affine</i> Kützing .....	114
<i>Gomphonema affinopsis</i> Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez .....	116
<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow .....	116
<i>Gomphonema camburnii</i> Metzeltin et Lange-Bertalot .....	118
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg .....	119
<i>Gomphonema contraturris</i> Lange-Bertalot et Reichardt .....	120
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Reichardt .....	121
<i>Gomphonema hebridense</i> Gregory.....	123
<i>Gomphonema kobayasii</i> Kociolek et Kingston.....	125
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing.....	126
<i>Gomphonema laticollum</i> Reichardt .....	127
<i>Gomphonema naviculoides</i> Smith .....	128
<i>Gomphonema pantropicum</i> Reichardt .....	131
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing.....	132
<i>Gomphonema salae</i> Lange-Bertalot et Reichardt.....	133
<i>Gomphonema</i> sp. 1.....	134
<i>Gomphonema</i> sp. 2.....	137
<i>Gomphonema</i> sp. 3.....	138
<i>Gomphonema</i> sp. 4.....	140
<i>Gomphonema</i> sp. 5.....	142
<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenhorst) O'Meara .....	47
<i>Placoneis rhombelliptica</i> Metzeltin, Lange-Bertalot et García-Rodríguez .....	111
<i>Placoneis symmetrica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot.....	111
<i>Placoneis</i> sp. 1.....	112
<i>Placoneis</i> sp. 2.....	113
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère var. <b>laevis</b> .....	45
<i>Terpsinoë musica</i> Ehrenberg.....	49